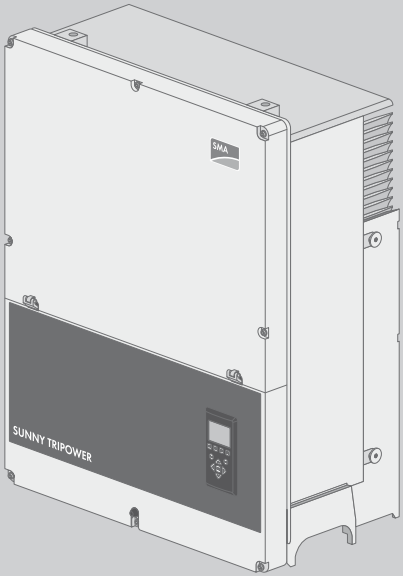
Guide de planification

SUNNY TRIPOWER 60



STP60-10-PL-fr-10 | Version 1.0

FRANÇAIS

Dispositions légales

Les informations figurant dans ces documents sont la propriété exclusive de SMA Solar Technology AG. La publication de ces informations en totalité ou en partie doit être soumise à l'accord préalable de SMA Solar Technology AG. Une reproduction interne au profit de l'entreprise, pour l'évaluation et la mise en service conforme du produit, est autorisée sans accord préalable.

Garantie SMA

Vous pouvez télécharger les conditions de garantie actuelles gratuitement sur le site www.SMA-Solar.com.

Marques déposées

Toutes les marques déposées sont reconnues, y compris dans les cas où elles ne sont pas explicitement signalées comme telles. L'absence de l'emblème de la marque ne signifie pas qu'un produit ou une marque puisse être librement commercialisé(e).

La marque verbale et les logos BLUETOOTH® sont des marques déposées de la société Bluetooth SIG, Inc. et toute utilisation de ces marques par la société SMA Solar Technology AG s'effectue sous licence.

Modbus® est une marque déposée de Schneider Electric et est sous licence par la Modbus Organization, Inc.

QR Code est une marque déposée de DENSO WAVE INCORPORATED.

Phillips® et Pozidriv® sont des marques déposées de Phillips Screw Company.

Torx® est une marque déposée de Acument Global Technologies, Inc.

SMA Solar Technology AG
Sonnenallee 1
34266 Niestetal
Allemagne

Tél. +49 561 9522-0
Fax +49 561 9522-100
www.SMA.de
E-mail : info@SMA.de

© 2004 à 2015 SMA Solar Technology AG. Tous droits réservés.

Table des matières

1 Introduction 7
1.1 Liste des abréviations 7
2 Vue générale de l'onduleur 8
2.1 Plaque signalétique 8
2.2 Aperçu mécanique de l'onduleur 9
2.3 Description de l'onduleur 9
2.3.1 Aperçu du système 10
2.3.2 Sécurité fonctionnelle 12
2.3.3 Modes de fonctionnement 13
2.4 MPP Tracker et réduction de puissance 14
2.4.1 MPP Tracker 14
2.4.2 Réduction de puissance de l'onduleur 14
2.4.3 Référence de puissance 15
2.5 Code réseau 16
2.5.1 Réglages de protection du réseau 16
2.6 Soutien du réseau (système de gestion du réseau) 17
2.6.1 Fault Ride Through (alimentation sans panne) 17
2.6.2 Gestion de la puissance réactive 18
2.6.3 Gestion de la puissance active 20
2.7 Réglages de la sécurité fonctionnelle 20
3 Planification du système (mécanique) 20
3.1 Déballage 20
3.2 Installation 21
3.2.1 Conditions d'installation 22
3.3 Montage de l'onduleur 23
3.3.1 Positionnement de l'onduleur 24
3.3.2 Spécifications de couple pour l'installation 24
3.4 Spécifications des câbles 25

4 Planification du système (électrique) 25
4.1 Introduction 25
4.2 Côté DC 25
4.2.1 Exigences relatives au raccordement du générateur photovoltaïque 25
4.2.1.1 Tension maximale en circuit ouvert 26
4.2.1.2 Tension MPP 26
4.2.1.3 Courant de court-circuit 27
4.2.1.4 Courant MPP 27
4.2.1.5 Résistance photovoltaïque à la terre 27
4.2.1.6 Mise à la terre 27
4.2.1.7 Montage en parallèle des panneaux photovoltaïques 27
4.2.1.8 Dimensions et pose du câble photovoltaïque 27
4.2.2 Détermination du facteur de dimensionnement pour systèmes photovoltaïque 28
4.2.3 Panneau à couche mince 28
4.2.4 Protection interne contre les surtensions 29
4.2.5 Gestion thermique 29
4.2.6 Simulation photovoltaïque 30
4.2.7 Capacité des champs photovoltaïques 30
4.3 Raccordement au réseau (côté AC) 30
4.3.1 Exigences relatives à la connexion AC 30
4.3.2 Protection de la connexion AC 31
4.3.3 Impédance du réseau 32
4.3.4 Considérations de câbles AC 32

5 Communication et planification du système, gestionnaire d'onduleur 33
5.1 Communication Ethernet 33
5.1.1 Aperçu du système 33
5.1.2 SMA Inverter Manager 34
5.2 Interfaces utilisateur 34
5.3 I/O Box 35
5.4 Station météorologique 35
6 Données techniques 36
6.1 Données techniques 36
6.2 Limites de réduction du dimensionnement 37
6.3 Règlements et normes 38
6.4 Spécifications pour la protection du réseau 39
6.5 Spécifications de l'interface de communication 40
6.6 Raccordements Ethernet 41
6.6.1 Topologie du réseau 41

1 Introduction

Le guide de planification donne les informations nécessaires à la planification et au dimensionnement d'une installation. Il décrit les exigences relatives à l'utilisation des onduleurs Sunny Tripower 60 dans les installations photovoltaïques.

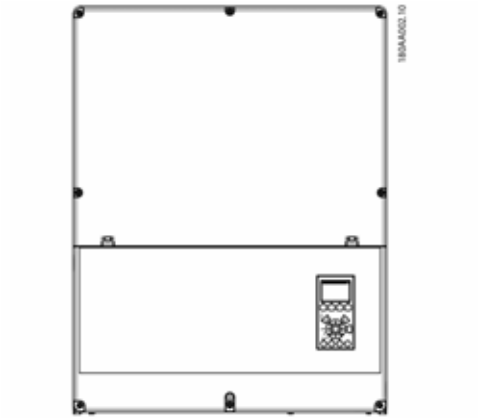


Figure 1.1 : Onduleur Sunny Tripower 60

Ressources supplémentaires disponibles :

- Instructions d'installation (compris dans le contenu de livraison de l'onduleur) donnant les informations concernant l'installation et à la mise en service de l'onduleur
- Notice résumée pour l'installation du SMA Inverter Manager et de la I/O Box
- Manuel de service du ventilateur donnant les informations nécessaires au remplacement d'un ventilateur défectueux.
- Manuel de service de la protection contre les surtensions donnant les informations nécessaires au remplacement des dispositifs protection contre les surtensions.

Ces documents sont disponibles dans la zone de téléchargement sur www.SMA-Solar.com. Ils sont aussi disponible auprès du fournisseur de l'onduleur. Des informations supplémentaires spécifiques à l'application sont disponibles au même emplacement.

1.1 Liste des abréviations

Abréviation	Description
ANSI	American National Standards Institute (institut de normalisation américain)
AWG	American Wire Gauge (calibre de fil américain)
cat5e	Câble à paires torsadées de catégorie 5 pour la transmission de données
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol (protocole de configuration dynamique des hôtes)
DNO	Distribution Network Operator (gestionnaire de réseaux électriques)
DSL	Digital Subscriber Line (ligne d'abonné numérique)
CEM (directive)	Directive sur la compatibilité électromagnétique
DES	Décharge électrostatique
FCC	Federal Communications Commission (commission fédérale des communications)
FRT	Fault Ride Through (alimentation sans panne)
GSM	Global System for Mobile Communications (réseau mondial de communication mobile)
HDD	Hard Disk Drive (lecteur de disque dur)
IEC	Commission électrotechnique internationale
IT	Isolated Terra (terre isolée)
LCS	Local Commissioning and Service (entretien et mise en service locale)
DEL	Diode électroluminescente
DBT (directive)	Directive basse tension
MCB	Miniature Circuit Breaker (disjoncteur miniature)
MPP	Maximum Power Point (point de puissance maximale)
MPPT	Maximum Power Point Tracking (optimisation de puissance fournie)
NFPA	National Fire Protection Association (association nationale de protection contre les incendies)
P	P est le symbole de la puissance active, mesurée en watts (W).
PCB	Carte imprimée

Abréviation	Description
PCC	Point de couplage commun Point sur le réseau d'électricité public auquel d'autres clients sont ou pourraient être connectés.
PE	Protective Earth (mise à la terre)
PELV	Protective Extra-Low Voltage (très basse tension de protection)
PLA	Power Level Adjustment (réglage du niveau de puissance)
PNOM	Puissance [W] dans les conditions nominales
POC	Point de connexion Point auquel le système photovoltaïque est connecté au réseau d'électricité public.
PSTC	Puissance [W] dans des conditions de test standard
PV	Photovoltaïque
RCD	Residual-Current Device (dispositif de courant résiduel)
RCMU	Residual Current Monitoring Unit (dispositif de surveillance du courant résiduel)
RISO	Résistance d'isolement
ROCOF	Rate Of Change Of Frequency (taux de changement de fréquence)
Q	Q est le symbole de la puissance réactive et se mesure en voltampères réactifs (VAr)
S	S est le symbole de la puissance apparente et se mesure en voltampères (VA)
STC	Standard Test Conditions (conditions de test standard)
SW	Software (logiciel)
THD	Total Harmonic Distortion (distorsion harmonique totale)
TN-S	Réseau AC avec neutre et protection séparés
TN-C	Réseau AC avec neutre et protection confondus
TN-C-S	Réseau AC avec neutre et protection confondus-séparés
TT	Réseau AC avec neutre relié à la terre

Tableau 1.1 : Abréviations

2 Vue générale de l'onduleur

2.1 Plaque signalétique

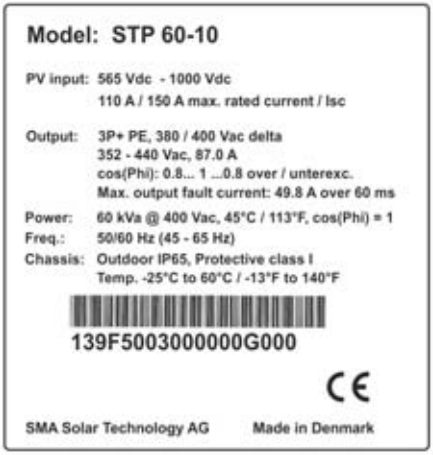


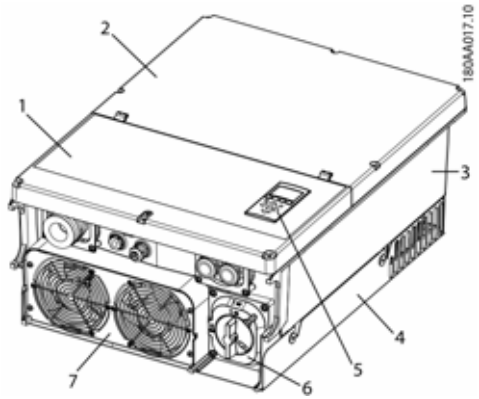
Figure 2.1 : Étiquette du produit Sunny Tripower 60

Figure 2.2 : Plaque signalétique Sunny Tripower 60-US

La plaque signalétique du produit apposée sur le côté de l'onduleur indique les éléments suivants :

- Type d'onduleur
- Données techniques importantes
- Numéro de série pour identifier l'onduleur (situé sous le code à barres)

2.2 Aperçu mécanique de l'onduleur



1	Couvercle pour la zone de raccordement
2	Couvercle avant
3	Dissipateur thermique en aluminium moulé sous pression
4	Support mural
5	Écran (affichage seulement)
6	Interrupteur-sectionneur DC
7	Ventilateur

Figure 2.3 : Aperçu mécanique de l'onduleur

2.3 Description de l'onduleur

Caractéristiques de l'onduleur :

- Protection IP65/Type 3R
- Interrupteur-sectionneur DC
- Fonctionnalités de services auxiliaires
- Sans transformateur
- Triphasé
- Topologie de trois niveaux (haute performance)
- Dispositif intégré de surveillance du courant résiduel
- Fonctionnalité de test d'isolement
- Fonction Fault Ride Through (pour une production d'énergie fiable en cas de pannes de réseau) – selon la configuration d'onduleur
- Répond aux exigences des réseaux nationaux
- Conforme aux exigences et conditions locales via le réglage du code réseau

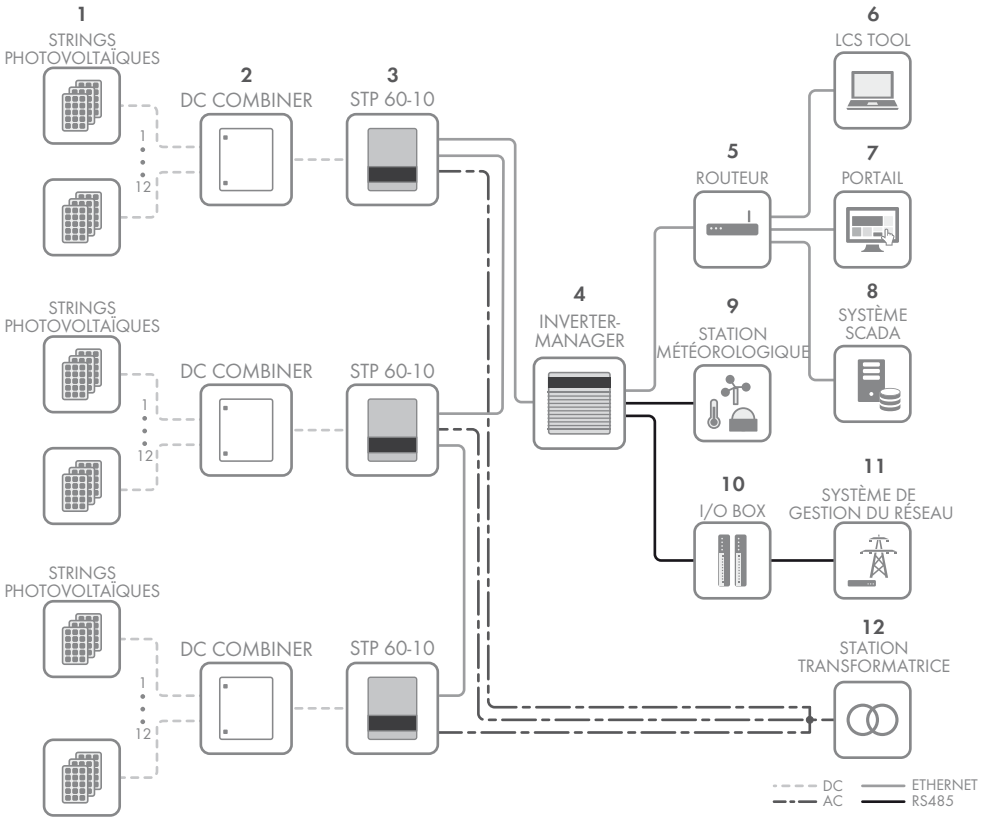
2.3.1 Aperçu du système

Le système STP 60 regroupe les avantages des onduleurs string et des onduleurs centraux, ce qui le rend parfaitement adapté à diverses installations commerciales ou centrales électriques pour les réseaux publics.

Le système STP 60 est composé de l'onduleur Sunny Tripower 60, d'un String-Combiner DC et du SMA Inverter Manager.

Le réseau de communication d'un système STP 60 est divisé en deux réseaux Ethernet : le réseau d'installation et le réseau d'onduleurs. Le réseau d'installation est l'interface de communication avec le système 60 et peut être partagé par plusieurs gestionnaires d'onduleurs ainsi que par d'autres équipements informatiques, tandis que le réseau d'onduleurs sert uniquement aux onduleurs. Le réseau d'installation doit disposer d'un serveur DHCP (routeur) car le gestionnaire d'onduleur nécessite une attribution automatique d'adresse IP. Il est recommandé d'utiliser des routeurs et des commutateurs de classe professionnelle. Le SMA Inverter Manager offre les éléments suivants :

- Commande de 42 onduleurs SMA au maximum par l'intermédiaire du Sunny Tripower 60
- Point d'accès unique pour chaque installation de 2,5 MVA (max.) pour un déploiement simple du réseau d'installation
- Mise en service et entretien faciles du système grâce à l'outil d'entretien et de mise en service locale (LCS)
- Envoi sûr vers les services d'entrepôt de données et contrôle de l'ensemble des exigences locales et des réglages du DNO
- Protocole de communication Modbus TCP en code source ouvert utilisant un profil SunSpec Alliance par Ethernet destiné à la surveillance et au contrôle, ce qui facilite par exemple l'intégration dans des systèmes SCADA
- Interface de gestion du réseau par l'intermédiaire de la I/O Box en option pour les commandes de PLA et de puissance réactive
- Intégration facile de données météorologiques grâce à une station météorologique compatible RS-485 SunSpec Alliance



1	Strings photovoltaïques
2	Boîtier de raccordement pour le générateur photovoltaïque
3	Sunny Tripower 60
4	SMA Inverter Manager
5	Routeur
6	Outil LCS
7	Téléchargement au Portal
8	Système SCADA
9	Station météorologique
10	I/O Box
11	Gestion du réseau
12	Station transformatrice

Figure 2.4 : Aperçu du système

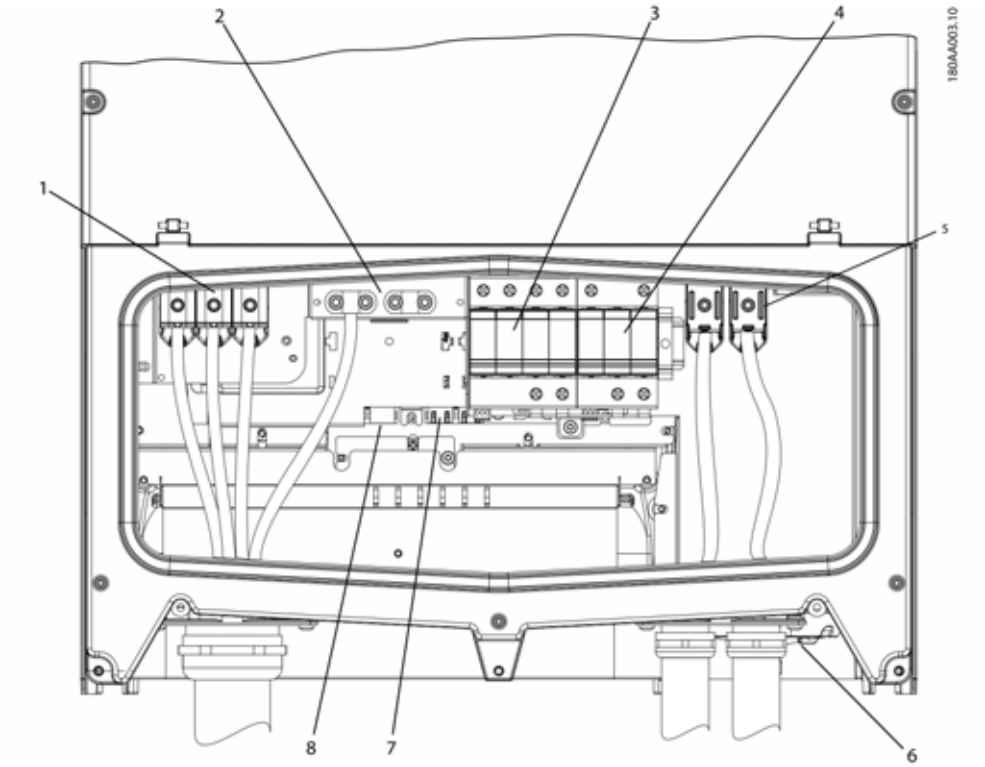


Figure 2.5 : Aperçu de la zone de raccordement

PELV (peuvent être touchés sans danger)	
2	Mise à la terre de l'onduleur
7	Interface Ethernet x 2
8	Interface RS-485 (non utilisé)
Composants conducteurs	
1	Bornes AC
5	Bornes DC
Autres	
3	Protection contre les surtensions AC
4	Protection contre les surtensions DC
6	Interrupteur-sectionneur DC

2.3.2 Sécurité fonctionnelle

L'onduleur a été conçu pour un usage international, avec une conception de circuit de sécurité fonctionnelle satisfaisant à une large gamme d'exigences (voir chapitre 2.5, page 16).

Immunité contre les défauts isolés

Le circuit de sécurité fonctionnelle est doté d'une détection des défauts isolés intégrée complètement redondante. En cas de panne, l'onduleur se déconnecte du réseau immédiatement. La méthode est active et couvre tous les circuits concernés par la surveillance du courant résiduel, qu'il s'agisse de niveaux continus ou de changements soudains. Tous les circuits de sécurité fonctionnelle sont testés à la mise en service pour garantir un fonctionnement sûr. Si un circuit présente plus d'un incident sur trois occurrences au cours de l'autotest, l'onduleur bascule en mode de sécurité intégrée. Si les tensions réseau, les fréquences réseau ou les courants résiduels mesurés présentent un écart trop important d'un circuit à l'autre dans des conditions de fonctionnement normales, l'onduleur

cesse d'alimenter le réseau et relance un autotest. Les circuits de sécurité fonctionnelle fonctionnent en permanence et ne peuvent pas être désactivés.

Isolation

Pendant l'autotest, l'onduleur dispose d'un système de mesure d'isolation qui détecte si l'isolation du système photovoltaïque est supérieure au niveau requis. Cette opération est effectuée avant que l'onduleur ne commence à alimenter le réseau. Pendant le raccordement au réseau, l'onduleur mesure le courant de fuite continu dans le système. Si ce
niveau est dépassé plus de quatre fois sur 24 heures, l'onduleur cesse de fonctionner en raison des risques d'accident pour le système photovoltaïque.

REMARQUE

Selon la législation locale, une résistance minimum de l'isolation entre terre et générateur photovoltaïque est définie. Elle est généralement de 82 kΩ.

Autotest

La résistance de l'isolation entre les panneaux PV et la masse est également testée au cours de l'autotest. L'onduleur n'alimente pas le réseau si la résistance est trop basse. Une période d'attente de 10 minutes est ensuite appliquée avant toute nouvelle tentative d'alimentation du réseau.

Courant différentiel résiduel

Le courant résiduel est surveillé en continu. L'onduleur cesse d'alimenter le réseau si :

- la valeur efficace du cycle du courant résiduel diffère des réglages de déclenchement pendant une durée supérieure au délai de traitement ou
- une évolution brutale du courant résiduel est détectée.

Surveillance du réseau

Les paramètres liés au réseau sont sous surveillance constante lorsque ce dernier est alimenté par l'onduleur. Les paramètres surveillés sont les suivants :

- magnitude de tension réseau (valeur instantanée et moyenne sur 10 minutes)
- tension et fréquence du réseau
- panne du réseau (détection du réseau en site isolé)
  - détection de panne de réseau triphasé
  - taux de changement de fréquence (ROCOF)
  - variation de fréquence
- Part de courant continu dans le réseau AC
- courant résiduel au moyen d'une unité de surveillance du courant de défaut

L'onduleur cesse d'alimenter le réseau si l'un des paramètres n'est pas conforme au code réseau.

2.3.3 Modes de fonctionnement

L'onduleur dispose de cinq modes de fonctionnement, indiqués par les DEL.

État	DEL	
Déconnecté du réseau	Vert	– – – – – – – –
	Rouge	– – – – – – – –
Raccordé au réseau	Vert	▬ ▬ ▬ ▬ ▬
	Rouge	– – – – – – – –
Connecté au réseau	Vert	▬▬▬▬▬
	Rouge	– – – – – – – –
Événement interne de l'onduleur	Vert	▬ ▬ ▬ ▬ ▬
	Rouge	– – – – – – – –
Sécurité intégrée	Vert	– – – – – – – –
	Rouge	▬ ▬ ▬ ▬ ▬

Tableau 2.1

Déconnecté du réseau (veille) : DEL éteintes

#0-51

Lorsque le réseau AC n'est pas alimenté pendant plus de 10 minutes, l'onduleur se déconnecte du réseau et s'arrête. Les interfaces utilisateur et de communication restent alimentées pour assurer la communication.

Connexion en cours : DEL verte clignotant

#52-53

L'onduleur démarre lorsque la tension d'entrée DC atteint la tension d'alimentation DC minimale. L'onduleur effectue une série d'autotests internes, dont la mesure de la résistance entre le générateur photovoltaïque et la terre. En même temps, il surveille les paramètres du réseau. Lorsque les paramètres du réseau sont dans les spécifications pendant la durée requise (selon le code réseau), l'onduleur commence à alimenter le réseau AC.

Connecté au réseau : DEL verte est allumée

#60

L'onduleur est raccordé au réseau AC et l'alimente. L'onduleur se déconnecte lorsque :

- il détecte des conditions de réseau anormales (en fonction du code réseau) ou un événement interne se produit.
- la puissance PV est insuffisante (le réseau n'est pas alimenté pendant 10 minutes).

L'onduleur passe alors en mode « Déconnecté du réseau ».

Événement interne de l'onduleur : DEL verte clignotant

#54

L'onduleur attend qu'une condition interne revienne dans la plage autorisée (par exemple une température trop élevée) avant de se reconnecter.

Sécurité intégrée : DEL rouge clignotant

#70

Si l'onduleur détecte une erreur dans ses circuits pendant l'autotest (en mode de connexion) ou en cours de fonctionnement, il bascule en mode « Sécurité intégrée » et se déconnecte du réseau. L'onduleur reste en mode « Sécurité intégrée » jusqu'à ce que la puissance photovoltaïque soit absente pendant au moins 10 minutes ou que l'onduleur s'éteigne complètement (côté AC et DC).

2.4 MPP Tracker et réduction de puissance

2.4.1 MPP Tracker

Un optimiseur de puissance fournie (Maximum Power Point Tracker, MPPT) est un algorithme qui sert à maximiser en permanence la puissance fournie par le panneau photovoltaïque. Cet algorithme met la tension photovoltaïque à jour suffisamment rapidement pour suivre les variations rapides du rayonnement solaire. Le MPPT trouve le point de puissance maximale tant que la tension photovoltaïque reste dans la plage de tension MPP spécifiée. À des tensions inférieures à la tension MPP minimale de l'onduleur, le MPPT s'écarte du point de puissance maximale (voir figure 2.6) afin de maintenir une tension DC suffisante pour générer la tension du réseau AC requise.

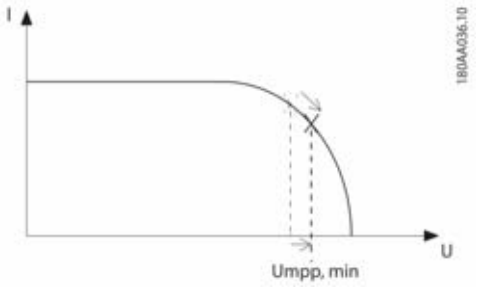


Figure 2.6 : Comportement du MPPT à une tension MPP faible

REMARQUE

Comme l'onduleur STP 60 n'est pas équipé d'un convertisseur élévateur, la tension MPP minimale varie avec la tension du réseau AC réelle.

2.4.2 Réduction de puissance de l'onduleur

Dans certaines situations, le MPPT s'écarte volontairement du point de puissance maximale. Ce comportement, appelé déclassement, permet de protéger l'onduleur contre les surcharges ou les diminutions de puissance de sortie afin de soutenir le réseau. La puissance réactive (soutenant le réseau) est prioritaire lorsque la fonction de déclassement réduit la puissance de sortie AC, ce qui signifie que la première puissance active est réduite à zéro après la diminution de la puissance réactive. Le système STP 60 est en déclassement dans les situations suivantes :

- dépassement de la puissance nominale AC max.
- température interne excessive
- surtension du réseau
- surfréquence du réseau
- limitation de la puissance AC avec un réglage ou une commande externe (PLA)

Chaque onduleur Sunny Tripower 60 limite la puissance de sortie AC en fonction de la référence de puissance réelle, c'est-à-dire la plus faible des valeurs suivantes :

- puissance nominale AC max. (60 kVA)
- limite de puissance active/réactive fixe définie par le fichier de code réseau
- référence de puissance active/réactive du SMA Inverter Manager

- limite de puissance issue du déclassement de température interne. Un déclassement dû à la température signale une température ambiante excessive, un dissipateur encrassé, un ventilateur bloqué ou un phénomène similaire. Consultez les instructions d'installation du Sunny Tripower 60 concernant la maintenance. Les valeurs affichées sur la figure 2.7 sont mesurées dans des conditions nominales cos(φ) = 1.

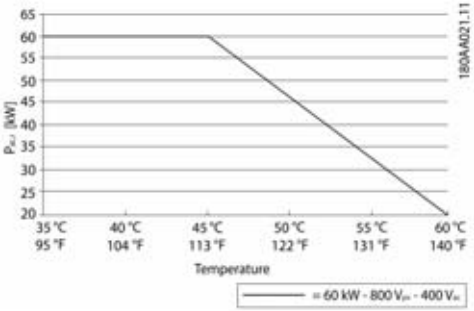


Figure 2.7 : Déclassement en fonction de la surchauffe interne

REMARQUE

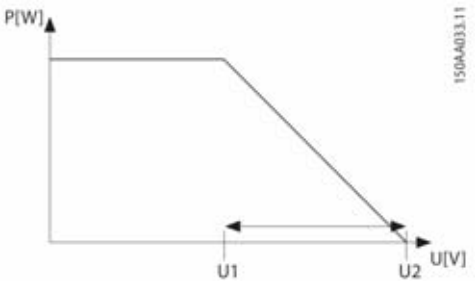
L'onduleur peut utiliser toute la plage de tension DC admissible jusqu'à 1 000 V pour le réduction de puissance. Il n'est pas limité à la plage de tension MPP.

2.4.3 Référence de puissance

La référence de puissance pour chaque onduleur Sunny Tripower 60 est générée par le SMA Inverter Manager d'après les fonctions suivantes. Elles sont toutes déployées dans le gestionnaire d'onduleur, et calculées par conséquent au niveau de l'installation.

- **Surtension de réseau**

  Si la tension du réseau dépasse une limite U1 définie par le DNO, l'onduleur réduit la puissance de sortie. Si la tension du réseau augmente et dépasse la limite définie moyenne 10 min (U2), l'onduleur cesse d'alimenter le réseau afin de maintenir la qualité de la puissance et de protéger les autres équipements reliés au réseau.



U1	Fixe
U2	Limite de déclenchement

Figure 2.8 : Tension de réseau supérieure à la limite définie par le DNO

Réduction de puissance dû à une surfréquence du réseau

La puissance de sortie est réduite sous forme de variable de la fréquence du réseau. Il existe deux méthodes permettant de réduire la puissance de sortie : la rampe et l'hystérésis. Le réglage du code réseau détermine la méthode à utiliser sur une installation spécifique.

Contrôle de la fréquence primaire (méthode de la rampe)

Voir figure 2.9

L'onduleur réduit la puissance de sortie si la fréquence du réseau dépasse f1. La réduction se produit à un taux préconfiguré qui correspond à la rampe (R) représentée sur la figure 2.9. Lorsque la fréquence atteint f2, l'onduleur se déconnecte du réseau. Si la fréquence diminue en dessous de f2, l'onduleur se reconnecte au réseau et augmente à l'aide d'une rampe de puissance au même taux que pour la réduction.

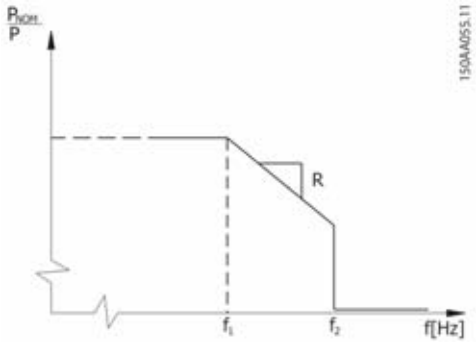


Figure 2.9 : Contrôle de la fréquence primaire - méthode de la rampe

Réduction de la puissance active dû à une surfréquence (méthode de l'hystérésis)

Voir figure 2.10

Afin de supporter la stabilisation du réseau, l'onduleur réduit la puissance de sortie si la fréquence du réseau dépasse f1. La réduction se produit à un taux préconfiguré qui correspond à la rampe (R) représentée sur la figure 2.10. La limite de puissance de sortie réduite est maintenue jusqu'à ce que la fréquence du réseau diminue jusqu'à f2. Lorsque la fréquence du réseau diminue à f2, la puissance de sortie de l'onduleur augmente à nouveau en suivant une rampe de temps T. Si la fréquence continue d'augmenter, l'onduleur se déconnecte à f3. Si la fréquence diminue en dessous de f2, l'onduleur se reconnecte au réseau et augmente à l'aide d'une rampe de puissance au même taux que pour la réduction.

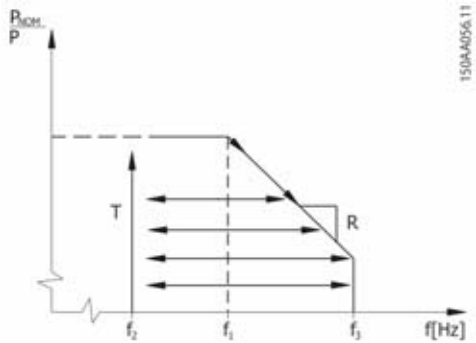


Figure 2.10 : Contrôle de la fréquence primaire (méthode de l'hystérésis)

2.5 Code réseau

Le fichier de code réseau STP 60 contient des réglages qui déterminent le comportement de l'onduleur seul et de l'ensemble de l'installation. Le fichier de code réseau est divisé en 2 sections principales :

- Réglages de protection du réseau
- Soutien du réseau (système de gestion du réseau)

L'outil LCS utilisé pour la mise en service de l'onduleur propose toute une plage de codes réseau par défaut afin de satisfaire aux exigences nationales. La modification de ces paramètres de codes réseau par défaut nécessite un fichier de code réseau personnalisé, fourni par SMA. Voir chapitre 2.7, page 20 pour savoir comment demander des paramètres de code réseau personnalisé.

REMARQUE

Obtenez l'autorisation du gestionnaire de réseaux électriques (DNO) local avant de raccorder l'onduleur au réseau.

2.5.1 Réglages de protection du réseau

Obtenez l'autorisation du gestionnaire de réseaux électriques (DNO) local avant de raccorder l'onduleur au réseau. Ils assurent la protection du réseau en cas de certains événements sur le réseau, indépendamment du raccordement au SMA Inverter Manager. L'onduleur surveille en continu les valeurs de réseau suivantes et les compare aux valeurs de déconnexion spécifiées dans le code réseau. Exemple :

- interruption de tension
- interruption de fréquence
- reconnexion
- panne du réseau

Interruption de tension et fréquence

Les valeurs efficaces de cycle des tensions du réseau sont comparées à deux réglages de déclenchement inférieurs et deux réglages de déclenchement supérieurs, de surtension par exemple (étape 1). Si les valeurs efficaces diffèrent des réglages de déclenchement pendant une durée supérieure au délai de traitement, l'onduleur cesse d'alimenter le réseau.

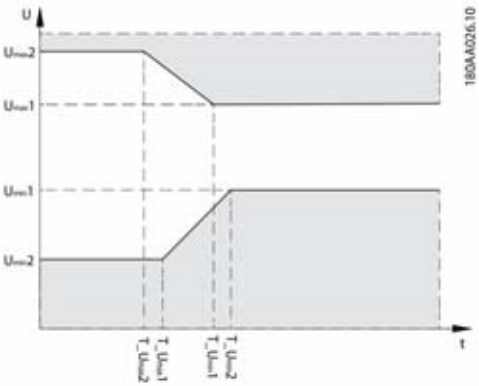


Figure 2.11 : déconnexion dû à une sous-tension et surtension

Reconnexion

Pendant le démarrage ou lorsque l'onduleur s'est déconnecté du réseau à cause d'une surtension ou d'une surfréquence par exemple, les valeurs de reconnexion déterminent sous quelles conditions du réseau l'onduleur peut se reconnecter au réseau et le réalimenter.

Déconnexion dû à une panne du réseau (mode site isolé)

Une panne du réseau est détectée par trois algorithmes différents :

- surveillance de tension triphasée (l'onduleur exerce un contrôle différencié sur les courants triphasés). Les valeurs efficaces du cycle des tensions du réseau de phase à phase sont comparées à un réglage de déclenchement inférieur ou supérieur. Si les valeurs efficaces diffèrent des réglages de déclenchement pendant une durée supérieure au délai de traitement, l'onduleur cesse d'alimenter le réseau.
- taux de changement de fréquence (ROCOF) Les valeurs de ROCOF (positives ou négatives) sont comparées aux réglages de déclenchement. L'onduleur cesse d'alimenter le réseau lorsque les limites ne sont plus respectées.
- variation de fréquence variation de fréquence L'onduleur essaie en continu de « pousser » un peu la fréquence du réseau, mais la stabilité du réseau l'en empêche.

En cas de panne de réseau, la stabilité du réseau n'est plus présente, ce qui permet de modifier la fréquence. Lorsque la fréquence s'écarte de la fréquence de fonctionnement de la ligne, l'onduleur se déconnecte et cesse d'alimenter le réseau. En cas de panne de réseau, la stabilité du réseau n'est plus présente, ce qui permet de modifier la fréquence. Lorsque la fréquence s'écarte de la fréquence de fonctionnement de la ligne, l'onduleur se déconnecte et cesse d'alimenter le réseau. Si l'onduleur cesse d'alimenter le réseau pour cause de fréquence ou de tension du réseau (hors panne de réseau triphasé) et si la fréquence ou la tension est rétablie dans un court laps de temps (brève interruption), l'onduleur peut se reconnecter si les paramètres de réseau sont restés conformes à leurs valeurs limites pendant la durée spécifiée (délai de reconnexion). Dans le cas contraire, l'onduleur revient à une séquence de connexion normale.

2.6 Soutien du réseau (système de gestion du réseau)

Le système de gestion du réseau est réparti en deux catégories principales :

- Alimentation sans panne (FRT)
- Gestion de la puissance active et réactive

2.6.1 Fault Ride Through (alimentation sans panne)

La tension réseau présente généralement une forme d'onde régulière, mais il arrive qu'elle chute ou disparaisse pendant quelques millièmes de seconde. Cela est fréquemment dû à un court-circuit dans les lignes aériennes ou bien au fonctionnement d'un dispositif de commutation ou d'un appareil similaire dans les lignes à haute tension. Dans ces cas de figure, l'onduleur peut continuer à alimenter le réseau à l'aide de la fonctionnalité FRT (alimentation sans panne). L'alimentation électrique continue du réseau est essentielle, car elle contribue à :

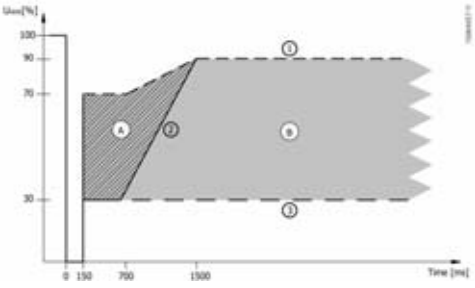
- la prévention d'une disparition totale de la tension et à la stabilisation de la tension sur le réseau,
- l'augmentation de l'énergie fournie au réseau AC.

Quatre comportements différents peuvent être sélectionnés :

- Pas de courant
- Puissance réactive uniquement
- Puissance active uniquement
- Puissance active et réactive (réactif en priorité)

Fonctionnement de l'alimentation sans panne (FRT)

La figure 2.12 présente les conditions à respecter dans le cadre de la fonction FRT. L'exemple suivant concerne les réseaux allemands de moyenne tension.



Au-dessus de la ligne 1	Pour les tensions au-dessus de la ligne 1, l'onduleur ne doit jamais se déconnecter du réseau pendant la FRT.
Zone A	L'onduleur ne doit pas se déconnecter du réseau pour les tensions sous la ligne 1 et à gauche de la ligne 2. Dans certains cas, le DNO autorise une déconnexion de courte durée, l'onduleur doit alors être à nouveau connecté au réseau dans les 2 secondes.
Zone B	À droite de la ligne 2, une déconnexion de courte durée du réseau est toujours admise. Le temps de reconnexion et le gradient de puissance peuvent être négociés avec le DNO.
Sous la ligne 3	Sous la ligne 3, il n'existe aucune obligation de rester connecté au réseau.

Figure 2.12 : Exemple allemand

En cas de déconnexion du réseau sur une courte durée :

- l'onduleur doit être de nouveau relié au réseau dans les 2 s,
- la puissance active doit diminuer à un taux maximal de 10 % de la puissance nominale par seconde.

Gestion de la puissance active

L'onduleur peut soutenir le réseau local grâce à une limite statique ou dynamique de la puissance de sortie de l'installation. Les différentes méthodes de contrôle sont :

- $P_{réf}$ fixe : limite de puissance active maximale
- Réglage du niveau de puissance (PLA) : limite de puissance active maximale contrôlée à distance (nécessite une I/O Box)

2.6.2 Gestion de la puissance réactive

L'onduleur peut soutenir la tension du réseau local en injectant une puissance réactive. Les différentes méthodes de contrôle sont :

Q(U)	Puissance réactive injectée étant fonction de la tension du réseau
Q(P)	Puissance réactive injectée étant fonction de la puissance de sortie active
Q(S)	Puissance réactive injectée étant fonction de la puissance de sortie apparente
PF(P)	Facteur de puissance étant fonction de la puissance de sortie active
PF_{ext}	Facteur de puissance en fonction du signal externe via Modbus ou une I/O Box externe (RS-485)
Q_{ext}	Puissance réactive injectée selon le signal externe via Modbus ou une I/O Box externe (RS-485)

Tableau 2.2 : Gestion de la puissance réactive, méthodes de contrôle

REMARQUE

Une seule méthode peut être utilisée à la fois. Un sélecteur de mode détermine la méthode à activer.

Avec la courbe du point de consigne Q(U), l'onduleur contrôle la puissance réactive étant fonction de la tension du réseau U. Les valeurs de la courbe du point de consigne sont déterminées par la compagnie d'énergie locale et doivent être obtenues auprès d'elle (voir figure 2.13).

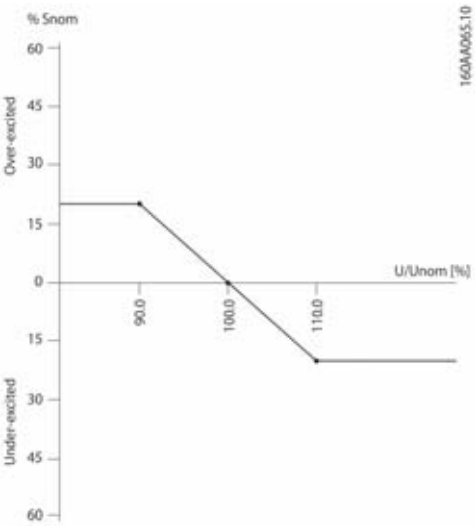


Figure 2.13 : Courbes de consigne Q(U) pour la puissance réactive

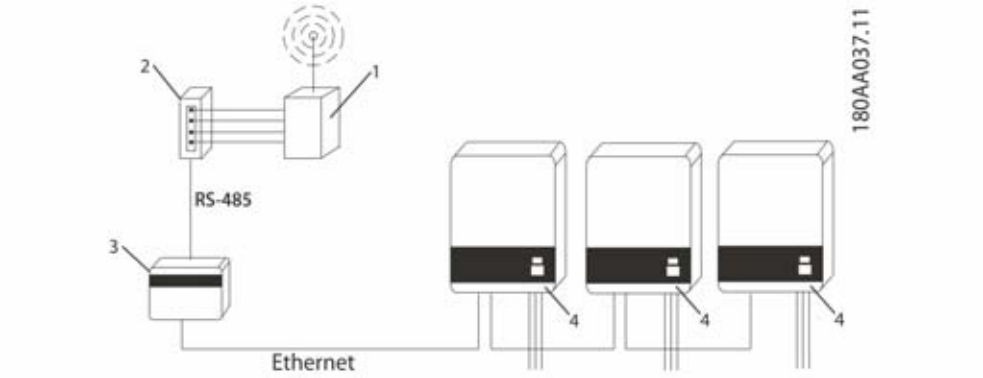
Lorsque la tension du réseau est inférieure à la valeur nominale, l'onduleur est configuré pour injecter une puissance réactive surexcitée afin d'aider à ramener la tension réseau jusqu'à sa valeur nominale. Lorsque la tension du réseau est supérieure à la valeur nominale, l'onduleur est configuré pour injecter une puissance réactive sous-excitée afin d'aider à diminuer la tension réseau, il soutient le réseau en maintenant une tension plus stable et plus saine.

Q_{ext} und PF_{ext}

L'injection d'une puissance réactive dans une installation peut être contrôlée à distance à l'aide d'une I/O Box par RS-485 ou d'un signal externe tiers par Modbus.

I/O Box

La I/O Box surveille l'état du relais du récepteur de télécommande centralisée (fourni par le DNO) et transmet l'état au gestionnaire d'onduleur par RS-485. Le SMA Inverter Manager traduit l'état du relais en valeur de PLA correspondante (puissance de sortie max. de l'installation) d'après la configuration du code réseau.



1	Récepteur de télécommande centralisée
2	I/O Box
3	SMA Inverter Manager
4	Sunny Tripower 60

Figure 2.14

Signal externe (Modbus)

Le profil de contrôle Modbus SunSpec peut servir à contrôler la puissance réactive injectée par l'installation.

2.6.3 Gestion de la puissance active

Gestion de la puissance apparente

L'onduleur peut soutenir le réseau local en définissant une limite de puissance apparente maximale.

- S_{ref} fixe – limite de puissance apparente maximale

Repli automatique

Les onduleurs du réseau d'onduleurs sont contrôlés par une valeur Q_{ref} et une P_{ref} à partir du SMA Inverter Manager. Si la connexion au SMA Inverter Manager est perdue, l'onduleur se déconnecte du réseau au bout de 10 secondes maximum. Si la connexion est rétablie pendant deux secondes, l'onduleur ne se déconnecte pas du réseau. Lorsque la connexion est rétablie, les onduleurs se reconnectent au réseau.

2.7 Réglages de la sécurité fonctionnelle

L'onduleur est conçu pour un usage international et peut gérer une large gamme d'exigences liées à la sécurité fonctionnelle et au comportement du réseau. Les paramètres de sécurité fonctionnelle sont prédéfinis et ne nécessitent pas de modification pendant l'installation. Cependant, certains paramètres de code réseau le requièrent pour permettre l'optimisation du réseau local. Contactez SMA pour demander un code réseau personnalisé.

3 Planification du système (mécanique)

L'objectif de cette section est de fournir des informations générales sur la planification de l'installation mécanique de l'onduleur STP 60, y compris le montage et les spécifications de câble.

3.1 Déballage

Contenu :

- Onduleur
- Support mural
- Sac d'accessoires contenant :
  - 6 chevilles (8 x 50 mm)
  - 6 vis de montage (6 x 60 mm)
  - 1 presse-étoupe (M25) avec bague d'étanchéité pour câbles Ethernet
  - 1 boulon de mise à la terre de l'équipement (6 x 12 mm)
  - Pour STP 60-10-US : 2 caniveaux avec support de conduit (2 in)
- Instructions d'installation (multilingue)
- Notice résumée pour l'installation (affiche)

3.2 Installation

Figure 3.1 : Évitez toute exposition continue à l'eau

Figure 3.2 : Évitez la lumière directe du soleil

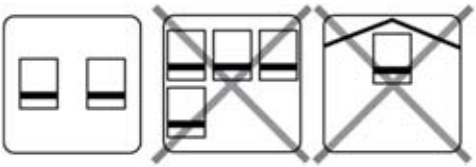


Figure 3.2 : Prévoyez une circulation d'air adéquate

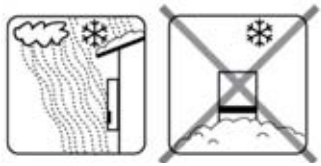


Figure 3.4 : Prévoyez une circulation d'air adéquate

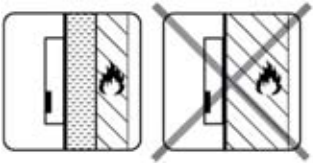


Figure 3.5 : Montez sur une surface non inflammable

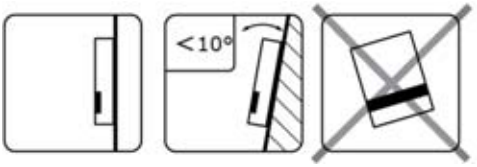


Figure 3.6 : Installez sur une surface verticale. Une inclinaison inférieure ou égale à 10 degrés est permise.

Figure 3.7 : Évitez la présence de poussière et de gaz ammoniac

REMARQUE

Lors de la choix du lieu d'installation, vérifiez que la plaque signalétique et toutes les mises en garde sur l'onduleur resteront visibles. Pour plus de détails, reportez-vous à la section chapitre 6, page 36.

3.2.1 Conditions d'installation

Paramètre	Spécification
Plage de température de fonctionnement	–25 °C à +60 °C (réduction de puissance possible au-dessus de 45 °C) (–13 °F à 140 °F) (réduction de puissance possible au-dessus de 113 °F)
Température de stockage	-40 °C à +60 °C (-40 °F à 140 °F)
Humidité relative	95 % (sans condensation)
Classe environnementale selon IEC 60721-3-4	4K4H/4Z4/4B2/4S3/4M2/4C2
Système de refroidissement	Refroidissement forcé
Qualité de l'air (général)	ISA S71.04-1985 Classe G3 (à 75 % d'humidité relative)
Qualité de l'air (zones côtières, industrielles lourdes et agricoles)	Mesure obligatoire et classement selon ISA S71.04-1985 : G3 (à 75 % d'humidité relative)
Vibrations	1G
Classe de protection étanchéité du boîtier	IP65
Type de boîtier UL 50E	Type 3R
Altitude d'exploitation max.	2 000 m (6500 pi) au-dessus du niveau de la mer (réduction de puissance est possible au-dessus de 1 000 m)*
Installation	Évitez toute exposition continue à l'eau. Évitez la lumière directe du soleil. Prévoyez une circulation d'air adéquate. Montez sur une surface non inflammable Installez sur une surface verticale. Évitez la présence de poussière et de gaz ammoniac

* L'installation dans une altitude au-dessus de 2 000 m est possible. Pour cela, consultez SMA Solar Technology AG.

Tableau 3.1 : Conditions d'installation

Paramètre	Condition	Spécification
Support mural	Diamètre des trous	30 x 9 mm
	Orientation	Perpendiculaire (±5°)

Tableau 3.2 : Spécifications du support mural

3.3 Montage de l'onduleur

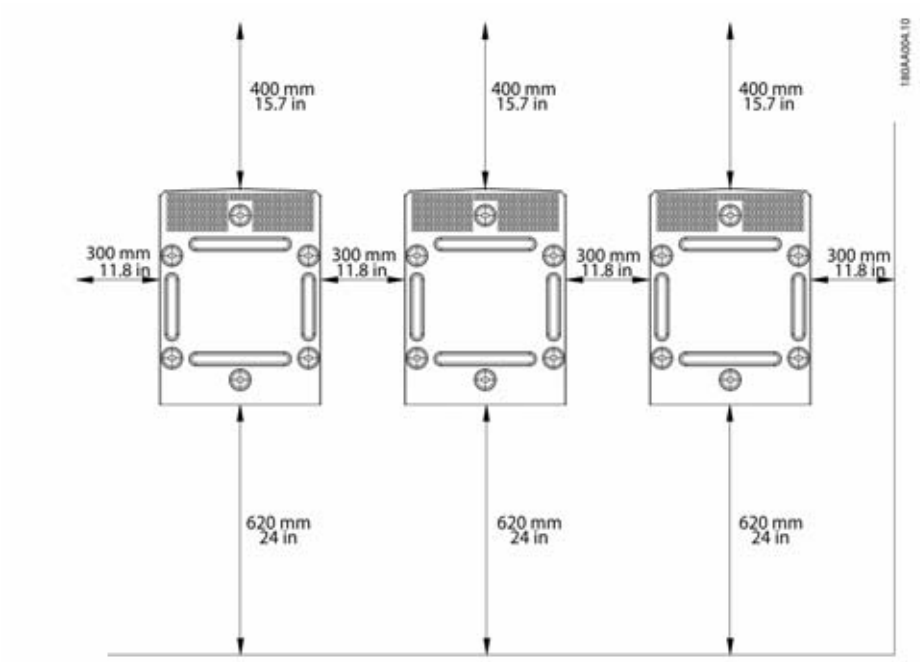


Figure 3.8 : Distances de sécurité

REMARQUE

Veillez à une distance minimale de 620 mm/24 in pour que l'air circule correctement.

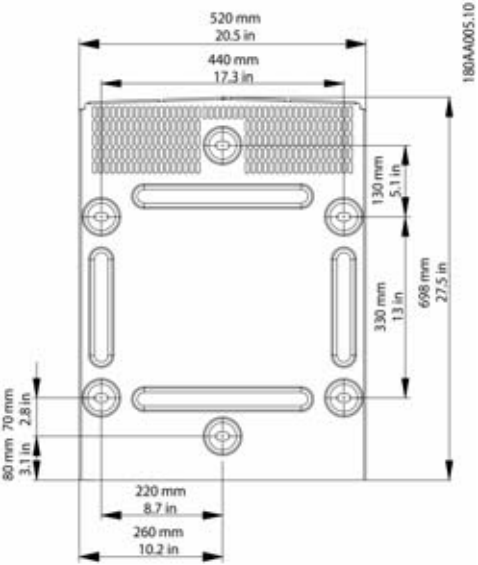


Figure 3.9 : Support mural

REMARQUE

Il est obligatoire d'utiliser le support mural fournie avec l'onduleur. Si l'onduleur est monté sans support mural, la garantie devient nulle. Il est fortement recommandé d'utiliser les six trous de montage.

Important lors de l'installation du support mural :

- Installez le support mural dans l'environnement défini.
- Utilisez des vis et des chevilles capables de supporter le poids de l'onduleur.
- Vérifiez que le support mural est correctement orienté.
- Respectez les distances de sécurité pour l'installation d'un ou de plusieurs onduleurs afin que l'air circule correctement. Les distances sont spécifiés sur la figure 3.9 et sur l'étiquette du support mural.
- Il est recommandé d'installer plusieurs onduleurs sur une même ligne. Contactez le fournisseur pour des directives lors du montage d'onduleurs sur plusieurs lignes.
- Veillez à une distance adéquat à l'avant pour l'accès au service de l'onduleur.

3.3.1 Positionnement de l'onduleur

Utilisez des boulons de levage M12 ou de ½ in et les écrous correspondants (non inclus dans le sac d'accessoires).

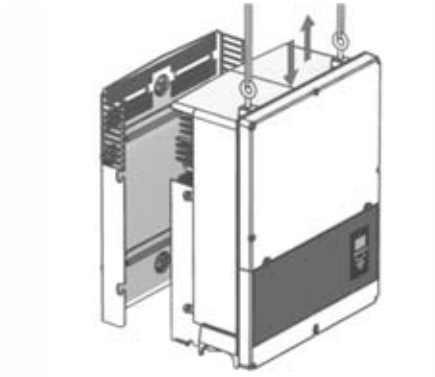


Figure 3.10 : Position de l'onduleur

Figure 3.11 : Boulons de levage

⚠ ATTENTION

Reportez-vous aux réglementations locales relatives à la santé et à la sécurité lors de l'utilisation de l'onduleur.

3.3.2 Spécifications de couple pour l'installation

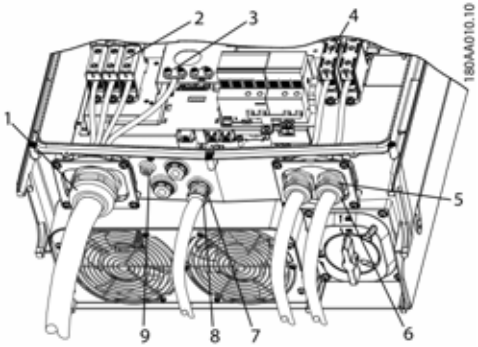


Figure 3.12 : Présentation de l'onduleur avec mentions de couple

	Paramètre	Outil	Couple de serrage
1	Presse-étoupe M63	Clé de serrage 65/68 mm	6 Nm (53 in-lbf)
2	Borne au raccordement AC	TX 30	14 Nm (124 in-lbf)
3	PE	TX 30	3,9 Nm (35 in-lbf)
4	Borne au raccordement DC	TX 30	14 Nm (124 in-lbf)
5	Presse-étoupe M32	Clé de serrage 36 mm	6 Nm (53 in-lbf)
6	Écrou-raccord pour presse-étoupe M32	Clé de serrage 36 mm	1,8 Nm (16 in-lbf)

	Paramètre	Outil	Couple de serrage
7	Presse-étoupe M25	Clé de serrage 27 mm	10 Nm (89 in-lbf)
8	Écrou-raccord pour presse-étoupe M25	Clé de serrage 27 mm	1,8 Nm (16 in-lbf)
9	Liaison équipotentielle pour l'appareil M6	TX 20	3,9 Nm (35 in-lbf)
	Vis avant (non illustrée)	TX 30	1,5 Nm (13 in-lbf)

Tableau 3.3 : Spécifications de couple

⚠ ATTENTION

Si les plots de remplissage sont retirés (voir (7) sur la figure 3.12), utilisez des fixations de type 3, 3S, 4, 4X, 6, 6P.

3.4 Spécifications des câbles

Borne	Plage	Température nominale maximale du conducteur	Matériau du conducteur	Diamètre de la gaine du câble
AC + PE	16 à 95 mm² 6 à 4/0 AWG	90 °C	Al/Cu	37 à 44 mm
PV	16 à 95 mm² 6 à 4/0 AWG	90 °C	Al/Cu	14 à 21 mm

Tableau 3.4 : Tailles de conducteur admissibles

4 Planification du système (électrique)

4.1 Introduction

Cette section contient des informations générales sur l'intégration de la planification de l'onduleur dans un système photovoltaïque :

- conception du système photovoltaïque, y compris la mise à la terre
- exigences de raccordement au réseau AC, y compris le choix de la protection des câbles AC
- conditions ambiantes, ventilation

4.2 Côté DC

4.2.1 Exigences relatives au raccordement du générateur photovoltaïque

Les spécifications du raccordement du générateur photovoltaïque sont indiquées dans le tableau 4.1.

Exigences relatives au raccordement du générateur

Paramètre	STP 60-10
MPP Tracker/entrée par MPPT	1/1 (boîtier externe de raccordement pour le générateur photovoltaïque pour le générateur photovoltaïque)
Tension d'entrée maximale, tension à vide (V_{dcmax})	1 000 V
Plage de tension d'entrée	565 V à 1000 V (à 400 Vac) 680 V à1000 V (à 480 Vac)
Tension DC nominale	630 V (à 400 Vac) 710 V (à 480 Vac)
Plage de tension MPPT (puissance nominale)	570 V à 800 V (à 400 Vac) 685 V à 800 V (à 480 Vac)
Courant DC MPPT max.	110 A
Courant de court-circuit max. DC	150 A

Tableau 4.1 : Exigences relatives au raccordement du générateur photovoltaïque

*En cas de connexion au réseau via un transformateur moyenne tension, la plage MPP peut être adaptée si nécessaire à l'aide de la tension AC. Les informations plus amples sont disponible sur demande auprès de SMA Solar Technology AG.

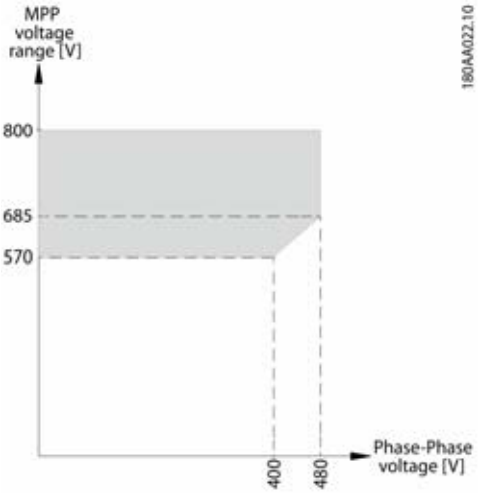


Figure 4.1 : Plage de fonctionnement par MPP tracker

Pour ne pas endommager l'onduleur, les limites indiquées dans le tableau 4.1 doivent être respectées lors du dimensionnement du générateur photovoltaïque pour l'onduleur.

⚠ ATTENTION

Respectez toujours les exigences, règles et règlements locaux en matière d'installation.

4.2.1.1 Tension maximale en circuit ouvert

La tension en circuit ouvert des strings photovoltaïques ne doit pas dépasser la limite maximale de tension en circuit ouvert de l'onduleur. Calculez la tension en circuit ouvert à la température de fonctionnement la plus basse du panneau photovoltaïque, attendue pour l'emplacement. Si la température de fonctionnement du module n'est pas bien définie, vérifiez les pratiques locales courantes. Ce calcul implique un maximum de 23 à 26 panneaux par string, pour des modules standard c-Si à 60 cellules. Il dépend du climat local, du modèle de module et des conditions d'installation (par exemple installation au sol ou encastré). Vérifiez également que la tension système maximale des panneaux photovoltaïques n'est pas dépassée.

Des exigences spéciales s'appliquent aux panneaux à couche mince. Voir chapitre 4.2.3, page 28.

4.2.1.2 Tension MPP

La tension MPP de string doit rester dans la plage de fonctionnement du MPPT de l'onduleur. La plage de fonctionnement est définie par :

- tension MPP de fonctionnement minimale :
  - 570 V (à 400 Vac)*
  - 685 V (à 480 Vac)*
  - autres tensions réseau : $\sqrt{2}$ x tension réseau [Vac] (formule d'estimation)
- tension MPP de fonctionnement maximale (800 V) pour la plage de température des panneau photovoltaïque

*En cas de connexion au réseau via un transformateur moyenne tension, la plage MPP peut être adaptée si nécessaire à l'aide de la tension AC. Les informations plus amples sont disponible sur demande auprès de SMA Solar Technology AG.

Cette exigence implique au moins 23 à 25 modules par string, pour des panneaux standard c-Si à 60 cellules. Cela dépend de l'emplacement, du modèle de module, des conditions d'installation et de la tension du réseau. Si la tension DC d'entrée est inférieure à la tension MPP minimale pendant un certain temps, l'onduleur ne s'arrête pas mais bascule le fonctionnement vers la tension MPP de fonctionnement minimale, ce qui entraîne certaines pertes de rendement.

Le MPP de l'onduleur peut être inférieur à la tension MPP de fonctionnement minimale dans les cas suivants :

- température de cellule élevée
- conditions d'ombrage partiel
- nombre insuffisant de panneaux par string
- tension du réseau élevée

En général, les pertes de rendement sont mineures pour des réseaux de 400 Vac. Pour des réseaux de 480 Vac, elles peuvent être minimisées en :

- augmentant le nombre de panneaux par string
- réduisant la tension du réseau vue par les onduleurs

  La tension du réseau peut être réduite en :
  - modifiant la position du changeur de prises en charge dans le poste de transformation
  - transférant les onduleurs vers un autre emplacement
  - modifiant les sections des câbles AC

Si les actions précédentes ne suffisent pas dans un projet spécifique à minimiser les pertes de rendement dues à la plage MPP à un faible niveau, un autotransformateur de 480 à 400 V peut être installé afin de réduire la tension du réseau.

REMARQUE

SMA Solar Technology AG peut apporter son aide pour analyser les pertes de rendement dues à la plage MPP pour un projet spécifique et pour sélectionner la meilleure approche technique.

4.2.1.3 Courant de court-circuit

Le courant de court-circuit (Isc) ne doit pas dépasser le maximum absolu que l'onduleur peut supporter. Vérifiez la spécification du courant de court-circuit à la température de fonctionnement maximale du module PV et au plus haut niveau d'éclairement énergétique prévu. 125 % du courant I_{sc} du module en STC est utilisé par branche pour le calcul, conformément aux recommandations du *National Electrical Code* et des autres réglementations. Cela implique pas plus de 14 strings par onduleur, pour des modules standard c-Si à 60 cellules.

4.2.1.4 Courant MPP

L'onduleur Sunny Tripower 60 peut fournir une puissance AC complète même au seuil inférieur de sa plage MPP. Si le courant dépasse 110 A (à cause d'un éclairement énergétique élevé ou d'un grand nombre de strings par onduleur), l'onduleur ne s'arrête pas mais déplace le point de fonctionnement, ce qui entraîne quelques pertes de rendement. De plus, l'onduleur limite la consommation de puissance en déplaçant le MPP lorsqu'un surplus de puissance photovoltaïque est disponible. Pour plus d'informations sur le surdimensionnement du générateur photovoltaïque et les conséquences associées, consulter la section chapitre 4.2.2, page 28.

4.2.1.5 Résistance photovoltaïque à la terre

La surveillance de la résistance photovoltaïque à la terre s'applique à tous les codes réseau. Une alimentation réseau avec une résistance insuffisante risquerait d'endommager l'onduleur et/ou les panneaux photovoltaïques. Les panneaux photovoltaïques conçus conformément à la norme IEC 61215 ne sont toutefois testés que sur une résistance spécifique de 40 MΩ*m^2 au minimum. Par conséquent, pour une installation électrique de 84 kWc avec un rendement de 14 % par panneau photovoltaïque, la superficie totale des modules équivaut à 600 m^2. Cela implique une résistance minimale de 40 MΩ*m^2/600 m^2 = 66,67 kΩ. La conception de l'installation photovoltaïque doit figurer dans la limite requise du code réseau appliqué. Voir chapitre 2.3.2, page 12et chapitre 2.5, page 16.

4.2.1.6 Mise à la terre

Il n'est pas possible de mettre à la terre n'importe quelle borne du générateur photovoltaïque. Il peut toutefois s'avérer obligatoire de mettre à la terre tous les matériaux conducteurs, par exemple le système de montage, pour être en conformité avec les codes généraux applicables aux installations électriques. De plus, la borne PE de l'onduleur doit toujours être reliée à la terre.

⚠ ATTENTION

Une mise à la terre incorrecte peut causer des blessures.

4.2.1.7 Montage en parallèle des panneaux photovoltaïques

L'onduleur Sunny Tripower 60 comporte une entrée et un MPPT. Un boîtier externe de raccordement pour le générateur photovoltaïque est toujours nécessaire. En raison du nombre de strings en parallèle, il est nécessaire de fusionner les strings dans le boîtier de raccordement pour le générateur photovoltaïque. Il est recommandé de placer le boîtier de raccordement pour le générateur photovoltaïque à proximité des strings. L'utilisation d'un seul câble pour chaque pôle entre le panneau photovoltaïque et l'onduleur réduit les coûts d'installation et de câbles.

4.2.1.8 Dimensions et pose du câble photovoltaïque

Le câblage DC est composé de 2 portions de câble différentes :

- le câblage de string entre les modules et le boîtier de raccordement pour le générateur photovoltaïque (généralement 4 mm^2 ou 6 mm^2)
- la ligne combinée entre le boîtier de raccordement pour le générateur photovoltaïque et l'onduleur (recommandée à au moins 50 mm^2 (cuivre) ou 70 mm^2 (aluminium))

La section de câble doit être sélectionnée pour chaque portion conformément à la capacité de courant du câble et aux pertes maximales de câble DC selon les lois locales.

La capacité de courant du câble dépend du matériau composant les fils (cuivre ou aluminium) et du type d'isolation (p. ex. PVC ou XLPE). Des facteurs tels qu'une température ambiante élevée ou un regroupement de

câbles engendre le déclassement de la capacité de courant du câble. Respectez la législation locale pour le calcul des facteurs de correction.

Les pertes de câble DC maximales autorisées dépendent aussi de la législation locale. Notez que la limite doit inclure les pertes dans les strings et dans la ligne combinée. Les pertes de câble dépendent du matériau composant les fils (cuivre ou aluminium), de la superficie de section et de la longueur des câbles.

Tenez compte des éléments suivants :

- La longueur totale d'un string est définie comme deux fois la distance physique entre le string et le boîtier de raccordement pour le générateur photovoltaïque plus la longueur des câbles photovoltaïque fournis avec les panneaux.
- La longueur totale de la ligne combinée est définie comme deux fois la distance physique entre le boîtier de jonction et l'onduleur.

REMARQUE

Pour le câble combiné, la section de câble maximale que l'on peut raccorder à l'onduleur (95 mm^2/AWG 4/0) doit être considérée dans la conception du système. Si la section de câble calculée dépasse cette limite, changer le type de câble, la taille de l'installation secondaire ou l'emplacement des boîtiers de raccordement pour le générateur photovoltaïque/onduleurs.

Évitez de former des boucles avec les câbles DC, car elles seraient susceptibles de capter les bruits radio émis par l'onduleur. Les câbles à polarité positive et négative doivent être placés côte à côte avec le moins d'espace possible entre eux. Cela réduit également le risque de tension induite en cas d'orage, de même que les risques de dommages.

4.2.2 Détermination du facteur de dimensionnement pour systèmes photovoltaïque

Lors de la détermination du facteur de dimensionnement de l'installation photovoltaïque, une analyse spécifique est recommandée, en particulier pour les grandes installations photovoltaïque. Des règles de base peuvent être déterminées pour choisir le facteur de dimensionnement, en fonction des conditions locales, par exemple :

- le climat local
- la législation locale
- le niveau des prix du système

Pour sélectionner la configuration ou le facteur de dimensionnement optimal, une analyse de l'investissement doit être réalisée. Un grand dimensionnement réduit généralement les coûts spécifiques aux investissements € / kWc), mais ils peuvent générer un rendement spécifique inférieur (kWh/kWc) dû aux pertes de déclassement de l'onduleur (puissance DC excessive ou surchauffe), et par conséquent un revenu inférieur. De petits facteurs de dimensionnement entraînent des coûts d'investissement plus élevés. Le rendement spécifique est toutefois potentiellement supérieur du fait des pertes de déclassement faibles ou nulles.

Les installations dans des régions où les niveaux de rayonnement solaire dépassent souvent 1 000 W/m^2 présentent des niveaux de facteur de dimensionnement inférieurs aux installations dans des régions où de tels niveaux sont rares. En particulier, si des températures ambiantes élevées ne sont pas prévues pendant les pics d'éclairement énergétique.

Un facteur de dimensionnement inférieur doit aussi être envisagé pour les systèmes de suivi car ils permettent des niveaux d'éclairement énergétique élevés plus fréquents. De plus, le déclassement dû à une surchauffe de l'onduleur doit être envisagé pour les systèmes de suivi sous des climats chauds. Cela pourrait également réduire le facteur de dimensionnement recommandé.

L'onduleur Sunny Tripower 60 prend en charge différents facteurs de dimensionnement, selon le nombre de modules par string et le nombre de strings par onduleur. Pour toute configuration respectant les conditions variables de diverses applications : les limites de courant de court-circuit et de tension de circuit ouvert indiquées dans le Tableau 4.1 seront considérées valides et par conséquent couvertes par la garantie.

4.2.3 Panneau à couche mince

L'onduleur MLX est un onduleur sans transformateur, ni convertisseur élévateur. Par conséquent, la tension photovoltaïque est distribuée symétriquement à la terre. La mise à la terre du pôle négatif n'est pas autorisée.

- L'utilisation des onduleurs sans transformateur tels que Sunny Tripower 60 est agréée par de nombreux fabricants de module à couche mince n'exigeant pas la mise à la terre du pôle négatif.
- L'onduleur Sunny Tripower 60 n'est pas compatible avec les modules à couche mince exigeant une mise à la terre du pôle négatif.

REMARQUE

Il est important d'obtenir l'approbation du fabricant du module avant d'installer des panneaux à couche mince avec les onduleurs STP 60-10.

⚠ ATTENTION

Lors de la dégradation initiale, la tension du module peut être supérieure à la tension nominale de la fiche technique. Ce facteur doit être pris en considération lors de la conception du système photovoltaïque, car une tension DC trop élevée risque d'endommager l'onduleur. Le courant du panneau peut aussi être supérieur à la limite de courant de l'onduleur lors de la dégradation initiale. Dans ce cas, l'onduleur réduit la puissance de sortie en conséquence, au détriment du rendement. C'est pourquoi il convient de tenir compte, lors de la conception, des spécifications de l'onduleur et du module avant et après la dégradation initiale.

4.2.4 Protection interne contre les surtensions

L'onduleur Sunny Tripower 60 comporte des dispositifs parafoudre à rail DIN haute performance des côtés AC (type II+III, selon la norme CEI 61643-11) et DC (type II). Les dispositifs parafoudre sont faciles à remplacer en cas d'endommagement.

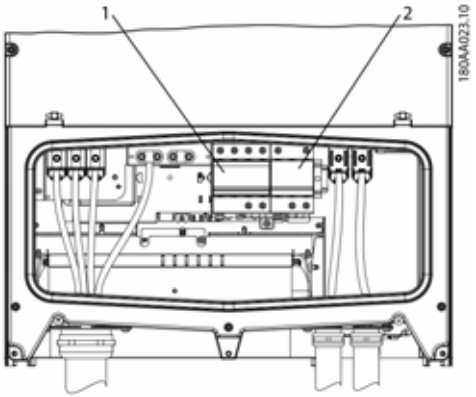


Figure 4.2 : Aperçu de la zone d'installation

1	Dispositif parafoudre (AC) avec 3 fusibles. Le fusible le plus à droite (vert) ne nécessite aucun remplacement.
2	Dispositif parafoudre (DC) avec 3 fusibles.

Dû à la combinaison d'un éclateur rempli de gaz et d'un dispositif de signalisation à distance et de la technologie de varistance MO, la protection contre les surtensions dans le Sunny Tripower 60 offre les avantages suivant :

- Aucun courant de décharge de terre ou tension de service : aucun erreur d'isolement ou déconnexion de l'onduleur
- Aucun courant de suite : aucune déconnexion de la protection contre les surintensités

Si le système photovoltaïque est installé dans un bâtiment déjà pourvu d'un système de protection contre la foudre, le système photovoltaïque devra être inclus dans ce dispositif de protection de manière appropriée.

⚠ ATTENTION

Lors du montage de l'onduleur sur une surface métallique reliée à la terre, vérifier que le point de mise à la terre de l'onduleur et la plaque de montage sont directement raccordés. Ce manquement pourrait éventuellement entraîner des dommages matériels par arc entre la plaque de montage et le boîtier de l'onduleur.

4.2.5 Gestion thermique

Tous les équipements électroniques de puissance produisent de la chaleur résiduelle qui doit être contrôlée et évacuée pour éviter les dommages et garantir une fiabilité ainsi qu'une longévité optimales. La température aux environs des composants critiques comme les modules de puissance intégrés est mesurée en permanence afin de protéger le système électronique de toute surchauffe. Si la température dépasse les limites, l'onduleur réduit la puissance de sortie pour maintenir la température à un niveau sûr.

Le concept de gestion thermique de l'onduleur est basé sur le refroidissement forcé à l'aide de ventilateurs à vitesse pilotée. Les ventilateurs sont commandés électroniquement et ne tournent que lorsque c'est nécessaire. La face arrière de l'onduleur est conçue comme un dissipateur de chaleur qui évacue la chaleur produite par les semi-conducteurs des modules de puissance intégrés. Les pièces magnétiques bénéficient d'une ventilation forcée. À hautes altitudes, la capacité de refroidissement de l'air diminue. La commande de ventilateur cherche donc à compenser ce refroidissement moindre. À des altitudes supérieures à 1 000 m au-dessus du niveau moyen de la mer (NMM), il convient d'envisager une réduction de la puissance de l'onduleur lors de la planification, de manière à éviter les pertes d'énergie.

Altitude	2 000 m
Charge max. de l'onduleur	95 %

Tableau 4.2 : Compensation pour l'altitude

REMARQUE

La protection PELV est efficace uniquement jusqu'à 2 000 m (NMM).

Prévoyez les autres facteurs associés à l'altitude tels qu'un rayonnement solaire accru.

Optimisez la fiabilité et la longévité de l'onduleur en le montant à un endroit où la température ambiante est basse.

REMARQUE

Pour les emplacements en intérieur, tenez compte d'une circulation d'air maximale de 640 m^3/h et d'une dissipation de chaleur maximale de 1 500 W par onduleur.

4.2.6 Simulation photovoltaïque

Contactez le fournisseur avant de raccorder l'onduleur à une alimentation électrique à des fins de test, par exemple pour la simulation photovoltaïque. L'onduleur a des fonctionnalités intégrées qui peuvent endommager son alimentation électrique.

4.2.7 Capacité des champs photovoltaïques

Les champs photovoltaïque disposent d'une faible capacité parasite, directement proportionnelle à la surface et inversement proportionnelle à l'épaisseur des modules. En fonction des conditions climatiques, une capacité totale d'environ 50 à 150 nF/kW peut être déterminée pour une installation des panneaux cristallins. Pour des panneaux standard à couche mince (CdTe, CIS, and a-Si), des valeurs similaires sont attendues. Dans des conditions extrêmes, les panneaux à couche mince sur tôle d'acier inoxydable peuvent produire des valeurs approchant 1 mF/kW.

L'onduleur Sunny Tripower 60 est destiné à fonctionner avec une capacité de champ photovoltaïque allant jusqu'à 8,8 µF. Si cette limite est dépassée, le courant de fuite capacitif peut entraîner un déclenchement indésirable du RCMU de classe B de l'onduleur Sunny Tripower 60 et, par conséquent, la déconnexion du réseau d'onduleurs.

⚠ AVERTISSEMENT

Des installations sans mise à la terre de la structure peuvent être dangereuses. Si une personne en contact avec la terre touche les modules, un courant de fuite capacitif peut circuler dans son corps. Il est particulièrement important de mettre à la terre la structure de soutien des modules quand un onduleur sans transformateur présentant une ondulation AC du côté DC est installé avec des panneaux photovoltaïques de haute capacité. Cela attire le courant de fuite capacitif vers la terre et empêche toute blessure corporelle.

Respectez le National Electrical Code, ANSI/NFPA 70.

Les circuits d'entrée et de sortie sont isolés du boîtier. La mise à la terre du système est à la charge de l'installateur.

4.3 Raccordement au réseau (côté AC)

4.3.1 Exigences relatives à la connexion AC

⚠ ATTENTION

Respectez toujours les réglementations locales.

Les onduleurs Sunny Tripower 60 sont équipés d'une interface de réseau AC triphasée, avec terre de protection (sans conducteur neutre). Ils ont été conçus pour fonctionner dans les conditions décrites dans le Tableau 4.3.

Paramètre	Plage de fonctionnement
Interface réseau	Triphasé + PE (triangle ou étoile)
Tension réseau, phase-phase	400 V ou 480 V (+/-10 %)
Fréquence du réseau	50 Hz ou 60 Hz (+/-10 %)

Tableau 4.3 : Conditions de fonctionnement AC

Lors de la sélection du code réseau, les paramètres des spécifications ci-dessus sont restreints dans un souci de conformité avec les codes réseau spécifiques.

Systèmes de mise à la terre

Les onduleurs STP 60-10 sont compatibles avec les systèmes TNS, TN-C, TN-C-S et TT. Les systèmes en étoile flottants sont pris en charge contrairement aux systèmes IT.

Si un RCD externe est nécessaire en plus du RCMU intégré, il est impératif d'utiliser un RCD de de type B. Prévoir une sensibilité de 600 mA par onduleur pour éviter tout déclenchement intempestif. Le Tableau 4.4 indique les valeurs maximales de résistance à la terre dans les réseaux TT, en fonction de la sensibilité du RCD à avoir des valeurs 50 V en dessous de la tension de contact, et par conséquent à disposer d'une protection adéquate.

Courant de sensibilité		Valeur maximale de la résistance à la terre
Sensibilité basique	20 A	2,5 Ω
	10 A	5 Ω
	5 A	10 Ω
	3 A	17 Ω
Sensibilité moyenne	1 A	50 Ω
	500 mA	100 Ω
	300 mA	167 Ω
	100 mA	500 Ω
Sensibilité élevée	≤ 30 mA	>500 Ω

Tableau 4.4 : Résistance à la terre maximale sur les réseaux TT, en fonction de la sensibilité du RCD

REMARQUE

Lors de l'utilisation d'une mise à la terre TN-C pour éviter les courants à la terre dans le câble de communication, s'assurer que le potentiel de mise à la terre est identique pour tous les onduleurs.

4.3.2 Protection de la connexion AC

Aucune charge client ne peut être appliquée entre le disjoncteur secteur/les fusibles et les onduleurs. Il se pourrait qu'une surcharge au niveau du câble ne soit pas détectée. Toujours utiliser des lignes séparées pour les charges client protégées contre les surintensités et les courts-circuits à l'aide de fusibles/disjoncteurs adaptés.

Utilisez des disjoncteurs/fusibles avec fonctionnalité de commutation assurant la protection contre les courts-circuits et la déconnexion sûre des onduleurs. Les éléments fusibles à vis comme les Diazed (type D) ne sont pas considérés comme des interrupteurs appropriés. Le porte-fusible risque d'être endommagé en cas de démontage en charge. Les « Neozed » (type D03, 100 A) peuvent être installés dans des unités de déconnexion à fusible interrupteur adaptées à des fins de commutation. Les fusibles HPC basse tension nécessitent un outil supplémentaire : une poignée.

Des disjoncteurs/fusibles dédiés doivent être installés pour chaque ligne de sortie d'onduleur conformément aux spécifications du Tableau 6.4, qui tient compte du fait qu'un déclassement des disjoncteurs/fusibles peut s'avérer nécessaire en cas de chauffe lors d'une installation dans des groupes ou d'exposition à la chaleur. La taille de fusible maximale est 125 A.

Pour les réseaux sans aucun RCD, vérifier que la valeur nominale et la courbe des disjoncteurs/fusibles sélectionnés conviennent à une protection adéquate contre les courants résiduels (déclenchement suffisamment rapide), compte tenu du type et de la longueur du câble.

Tenez compte du courant de court-circuit maximal à l'emplacement des disjoncteurs/fusibles. Les courants de court-circuit peuvent atteindre jusqu'à 60 kA si le courant de court-circuit est produit dans un poste de transformation de 2,5 MVA. C'est la raison pour laquelle seuls des fusibles HPC basse tension ou des disjoncteurs à pouvoir de coupure plus élevé, doivent être utilisés sur le panneau de protection BT principal intégré dans le poste de transformation, et les fusibles D0 et les microrupteurs, à pouvoir de coupure plus faible, doivent être utilisés uniquement pour les boîtiers de jonction AC répartis dans l'installation.

Les boîtiers de jonction AC ne sont pas spécifiquement requis pour la distribution AC dans les installations au sol comportant des onduleurs STP 60-10 : la ligne de sortie de chaque onduleur peut être directement protégée par des fusibles HPC basse tension sur le panneau de protection BT principal intégré dans le poste de transformation. Si la disposition AC comprend des boîtiers de jonction AC et un panneau de protection BT principal, il faut prévoir une coordination sélective de la protection, afin d'éviter tout déclenchement de la protection dans le panneau de protection BT principal en cas de court-circuit sur une ligne d'onduleur. Cette coordination sélective peut être particulièrement compliquée lorsque des microrupteurs sont utilisés dans le boîtier de jonction AC et des disjoncteurs dans le panneau de protection BT principal.

Mettez l'onduleur hors tension à l'aide de l'interrupteur photovoltaïque avant de retirer/remplacer les éléments fusibles.

Pour plus d'informations sur les exigences relatives aux câbles, voir chapitre 3.4, page 25.

4.3.3 Impédance du réseau

Veillez à ce que l'impédance du réseau soit conforme à la taille de la puissance de l'application* afin d'éviter une déconnexion imprévue du réseau ou une réduction de la puissance de sortie. Vérifiez les dimensions des câbles afin d'éviter des pertes. Il est également impératif de tenir compte de la tension en l'absence de charge au point de connexion.

* L'impédance totale du système, en pour cent, est définie: Ztotale = ZPCC + + $Z_{transformateur}$MVHV $Z_{transformateur}$LVMV [%], où :

- ZPCC est l'impédance du point de couplage commun (PCC), calculée sur la base de la puissance de court-circuit disponible au PCC (cette information est généralement fournie par le GRD / TSO),
- $Z_{transformateur}$MVHV est l'impédance de court-circuit de l'unité de transformateur MV / HV (moyenne/haute tension) comme indiqué dans la fiche technique du transformateur (si inexistant, alors utiliser 0),
- $Z_{transformateur}$LVMV est l'impédance de court-circuit de l'unité de transformateur BT/MT (basse/moyenne tension) comme indiqué dans la fiche du transformateur (si inexistant, alors utiliser une valeur de 6% par défaut).

Pour le Sunny Tripower 60, la valeur pour l'impédance maximale du système, Z_{totale} est de 30%.

4.3.4 Considérations de câbles AC

La section de câble doit être sélectionnée en fonction de la capacité de courant du câble et des pertes maximales du câble AC d'après la législation locale. Sur les réseaux TN, si aucun RCD n'est installé, la section de câble associée à la protection contre les courts-circuits doit également assurer une protection adéquate contre les courants résiduels.

La capacité de courant du câble dépend du matériau composant les fils (cuivre ou aluminium) et du type d'isolation (p. ex. PVC ou XLPE). Des facteurs tels qu'une température ambiante élevée ou un regroupement de câbles engendre le déclassement de la capacité de courant du câble. Respectez la législation locale pour le calcul des facteurs de correction.

Les pertes de câble AC maximales autorisées dépendent aussi de la législation locale. Les pertes de câble dépendent du matériau composant les fils (cuivre ou aluminium), de la section et de la longueur du câble.

Sur les réseaux TN, à cause de chemin à faible impédance de la boucle de panne, les courants de panne sont élevés. Cela signifie que la protection contre les courts-circuits peut aussi être utilisée pour la protection contre les courants résiduels, si un temps de déclenchement inférieur à 0,4 s peut être garanti, conformément à la norme IEC 60364-4-41, tableau 41.1. Cela peut être vérifié en utilisant les courbes de temps/courant des disjoncteurs/fusibles installés pour le courant de court-circuit minimal ($I_{sc, min}$) prévu sur la ligne qu'ils protègent.

Au début, prévoyez une section de câble AC minimale de 35 mm^2 (Cu) et 50 mm^2 (Al).

REMARQUE

La section de câble maximale raccordable à l'onduleur (95 mm^2/AWG 4/0) doit être prévue lors de la conception du système. Si la section de câble calculée dépasse cette limite, utiliser des boîtiers de jonction AC ou changer le type de câble, la taille de l'installation secondaire ou l'emplacement des onduleurs.

5 Communication et planification du système, gestionnaire d'onduleur

5.1 Communication Ethernet

5.1.1 Aperçu du système

Le système est constitué de quatre composants :

- Ordinateur avec logiciel LCS
- Routeur/DHCP pour le réseau d'installation
- SMA Inverter Manager
- Sunny Tripower 60

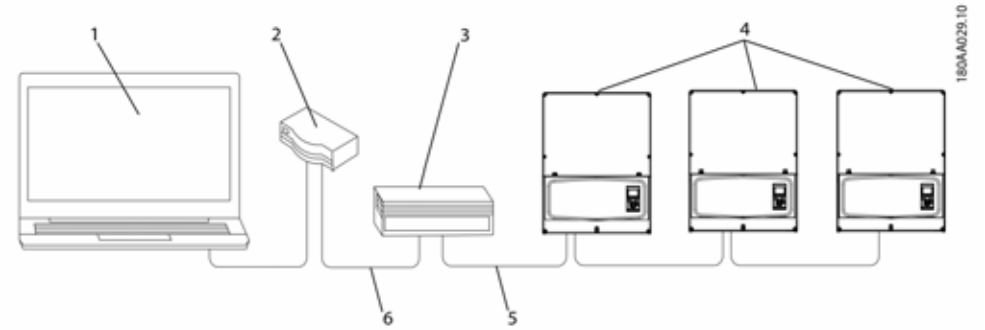


Figure 5.1 : Mise en service des onduleurs avec l'outil LCS

1	Outil LCS
2	Routeur/DHCP
3	SMA Inverter Manager
4	Sunny Tripower 60
5	LAN 2
6	LAN 1

Cette section décrit le fonctionnement du système et la fonction des différents composants.

Le système est divisé en deux réseaux Ethernet : le réseau d'installation et le réseau d'onduleurs (voir figure 5.1). Le réseau d'installation est l'interface de communication avec l'installation et peut fonctionner avec d'autre équipements IT, tandis que le réseau d'onduleurs sert uniquement aux onduleurs de la gamme STP 60.

Le réseau d'installation doit disposer d'un routeur/serveur DHCP car le gestionnaire d'onduleur nécessite une attribution automatique d'adresse IP. Il est recommandé d'utiliser des routeurs et des commutateurs de classe professionnelle.

REMARQUE

Lors de la conception du réseau d'installation, il est important de prendre en compte la sécurité du réseau afin de s'assurer que seul le personnel autorisé puisse accéder au réseau d'installation. Ce point est particulièrement important en cas de raccordement du réseau d'installation à Internet.

⚠ AVERTISSEMENT

SMA n'assume aucune responsabilité pour tout dommage ou perte causés par un accès non autorisé à l'installation.

Les onduleurs sont dotés d'un commutateur Ethernet à deux ports, permettant un raccordement en guirlande. Le gestionnaire d'onduleur héberge le serveur DHCP pour les

42 onduleurs max. pouvant être connectés par le gestionnaire d'onduleur. Pour la mise en service de l'installation, tous les onduleurs doivent être connectés au gestionnaire d'onduleur. Si la connexion est perdue, les onduleurs se déconnectent du réseau. Les installations nécessitant plus de 42 onduleurs peuvent recourir à plusieurs gestionnaires d'onduleurs sur leur réseau.

5.1.2 SMA Inverter Manager

Le gestionnaire d'onduleur sépare le réseau d'installation et le réseau d'onduleurs et gère les tâches suivantes au niveau de l'installation :

- Accès via le profil TCP Modbus SunSpec (serte de passerelle vers les onduleurs)
- Contrôle distribué de la puissance active et réactive (p. ex. via les courbes de point de consigne réactif et le réglage du niveau de puissance)
- Envoi du portail vers le serveur FTP
- Accès à la configuration et à l'entretien de l'installation par l'outil LCS
- Interfaces de raccordement pour des dispositifs externes comme un I/O Box (gestion du réseau) ou des stations météorologiques

5.2 Interfaces utilisateur

L'outil d'entretien et de mise en service locale (LCS - Local Commissioning and Service) sert à mettre en service le gestionnaire d'onduleur et les onduleurs, en leur permettant de commencer à alimenter le réseau. L'outil LCS permet de :

- lancer la mise à jour logicielle du système
- mesurer les valeurs de l'onduleur (tension, courant, etc.)
- afficher le journal des événements de l'onduleur
- charger le fichier de code réseau personnalisé (pour savoir comment obtenir un fichier de code réseau personnalisé, voir chapitre 2.5, page 16)
- configurer l'envoi sur le portail FTP
- accéder aux rapports de mise en service
- accéder aux liste des adresses de passerelle Modbus
- ajouter/remplacer des onduleurs

Les onduleurs STP 60 et le SMA Inverter Manager doivent être mis en service à l'aide de l'outil d'entretien et de mise en service locale. La mise en service doit être effectuée avant que les onduleurs STP 60-10 puissent se connecter au réseau AC et injecter de la puissance.

L'outil LCS est disponible dans la zone de téléchargement à l'adresse www.SMA-Solar.com.

Exigences matérielles pour l'outil LCS :

- Ordinateur avec Windows™ version 7 ou supérieure
- 1 Go HDD
- 2 Go RAM

L'outil LCS doit être installé sur un ordinateur local. L'ordinateur doit être connecté au réseau d'installation du SMA Inverter Manager.

REMARQUE

Le SMA Inverter Manager doit disposer d'une adresse IP attribuée par un serveur DHCP sur le port LAN 1.

Il est important que l'ordinateur exécutant l'outil LCS soit connecté au même sous-réseau IP que le SMA Inverter Manager.

Le port LAN 2 est destiné exclusivement aux onduleurs STP 60-10.

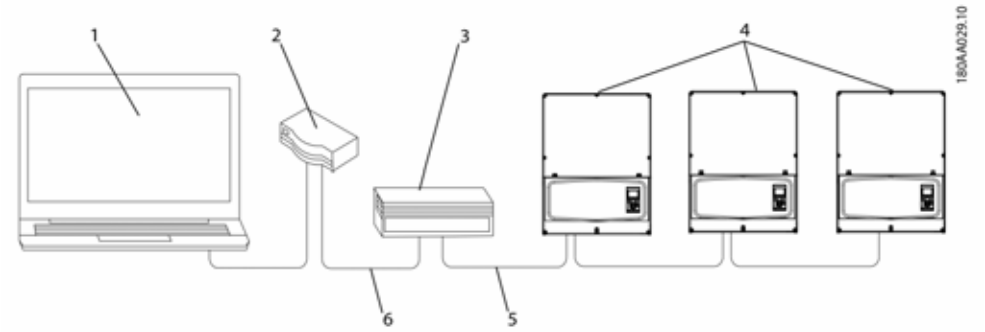


Figure 5.2 : Mise en service des onduleurs avec l'outil LCS

1	Outil LCS
2	Routeur/DHCP
3	SMA Inverter Manager
4	Sunny Tripower 60
5	LAN 2 (réseau d'onduleurs)
6	LAN 1 (réseau d'installation)

5.3 I/O Box

Le I/O Box sert à transmettre l'état du relais d'un récepteur de télécommande centralisée, fourni par le DNO, au gestionnaire d'onduleur par RS-485. Il faut une I/O Box par SMA Inverter Manager. La I/O Box prend en charge six entrées numériques.

5.4 Station météorologique

N'importe quelle station météorologique RS-485 conforme SunSpec peut être connectée au SMA Inverter Manager.

6 Données techniques

6.1 Données techniques

Paramètre	STP 60-10
AC	
Puissance apparente nominale[1)]	60 kVA
Puissance active nominale[2)]	60 kW
Plage de puissance réactive[1)]	0 à 60 kVAr
Tension nominale AC (plage de tension)	3P + PE (WYE) /, 400 V à 480 V, (+/- 10 %)
Schémas de mise à la terre pris en charge	TT, TN
Courant AC nominal	3 x 87 A
Courant AC max.	3 x 72 A à 480 V
Taux de distorsion harmonique AC (THD à puissance de sortie nominale)	<1%
Facteur de puissance (par défaut)	> 0,99 à puissance nominale
Facteur de puissance – régulé	0,8 inductif à 0,8 capacitif
Consommation en veille (pour la communication uniquement)	3 W
Fréquence nominale du réseau (plage de fréquence)	50/60 Hz (+/- 10 %)
DC	
Plage de tension d'entrée	565 à 1 000 V (à 400 Vac) 680 à 1000 V (à 480 Vac)
Tension DC nominale	630 V (à 400 Vac) 710 V (à 480 Vac)
Plage de tension MPPT (puissance nominale)	570 à 800 V (à 400 Vac) 685 à 800 V (à 480 Vac)
Tension DC max.	1 000 V
Puissance min. connecté au réseau	100 W
Courant DC MPPT max.[4)]	110 A
Courant de court-circuit DC max.[4)]	150 A
MPP Tracker/entrée par MPPT	1/1 (boîtier de raccordement externe pour le générateur photovoltaïque)
Rendement	
Rendement max. européen/CEC	98,.8 %
Rendement européen (à 570 Vdc)	98,5 %
Rendement CEC (à 400/480 Vac)	98,0 % / 98,5 %
Rendement MPPT statique	99,9 %
Boîtier	

Paramètre	STP 60-10
Dimensions (L x H x P)	740 × 570 × 300 mm (29 × 22,5 × 12 in)
Poids	75 kg (165 lbs)[3]
Niveau de bruit acoustique	55 dB(A) (valeur préliminaire)

Tableau 6.1 : Spécifications

[1] À la tension nominale du réseau

[2] À la tension nominale du réseau, Cos(phi) = 1

[3] En fonction des options installées.

[4] Dans n'importe quelles conditions.

Paramètre		STP 60
Électrique		
	Sécurité électrique	• CEI 62109-1/CEI 62109-2 (classe I, mise à la terre – partie communication classe II, PELV) • UL 1741 relative aux onduleurs photovoltaïques interactifs à système d'alimentation électrique non isolé • IEEE 1547
	PELV : classe de protection de la carte de communication et de la carte de contrôle	Classe II
Fonctionnel		
	Sécurité fonctionnelle	• Surveillance de la tension et de la fréquence • Surveillance de la part de courant continu dans le courant AC • Surveillance de la résistance d'isolement • Surveillance du courant résiduel • UL1998
	Détection du réseau en site isolé (panne du réseau)	• Variation de fréquence active • Déconnexion • Surveillance triphasée • ROCOF/SFS
	Compatibilité RCD[1]	Type B, 600 mA

Tableau 6.2 : Spécifications de sécurité

[1] Selon les réglementations locales

6.2 Limites de réduction du dimensionnement

Pour s'assurer que les onduleurs peuvent produire la puissance nominale, les imprécisions de mesure sont prises en compte lors de l'application des limites de l'onduleur dans le chapitre chapitre 2.4.2, page 14.

(Limite = valeur nominale + tolérance).

6.3 Règlements et normes

Normes internationales	STP 60
Rendement	Rendement européen : norme EN 50530
	Rendement CEC : directive CEC Procédure de test: Performance Test Protocol for Evaluating Inverters Used in Grid-Connected Photovoltaic Systems (Draft): March 1, 2005
Directive basse tension	2006/95/CE
Directive CE concernant la compatibilité électromagnétique (CEM)	2004/108/CE
Sécurité	IEC 62109-1/IEC 62109-2
	UL 1741
	UL 508i
Sécurité fonctionnelle	IEC 62109-2
	UL 1741/IEEE 1547
CEM, insensibilité aux brouillages	EN 61000-6-1
	EN 61000-6-2
CEM, émissions parasites	EN 61000-6-3
	EN 61000-6-4
	CISPR 11 Classe B
	FCC partie 15
Courants harmoniques	EN 61000-3-12
CE	Oui
Caractéristiques de raccordement au réseau	CEI 61727
	EN 50160
	IEEE 1547 UI

Tableau 6.3 : Conformité aux normes internationales

Les homologations et les certificats sont disponibles dans la rubrique de téléchargement à l'adresse www.SMA-Solar.com.

6.4 Spécifications pour la protection du réseau

Paramètre	Spécification
Courant maximal AC de l'onduleur, Iacmax	87 A
Type de fusible recommandé gL/gG (IEC 60269-1)	100-125 A
Type de fusible recommandé classe T (UL/USA.)	125 A
Disjoncteur miniature recommandé type B ou C	125 A
Puissance de fusible maximale	125 A

Tableau 6.4 : Spécifications pour la protection du réseau

REMARQUE

Respectez les réglementations locales.

6.5 Spécifications de l'interface de communication

Interface	Paramètre	Détails du paramètre	Spécification
Ethernet	Câble	Diamètre de la gaine du câble (⌀)	2 x 5 à 7 mm
		Type de câble	Paire torsadée blindée (STP Cat 5e ou SFTP Cat 5e)1)
		Impédance caractéristique du câble	100 Ω à 120 Ω
	Connecteurs RJ-45 : 2 unités RJ-45 pour Ethernet	Épaisseur du fil	24 à 26 AWG (en fonction de la fiche d'accouplement RJ-45 métallique)
		Terminaison du blindage du câble	Via fiche RJ-45 métallique
	Isolation d'interface galvanique		Oui (500 Veffective)
	Protection du contact direct	Isolation double/renforcée	Oui
	Protection contre les courts-circuits		Oui
	Communication	Topologie du réseau	En étoile et en série
	Câble	Longueur de câble max. entre les onduleurs	100 m (328 pieds)
	Nombre max. d'onduleurs	Par SMA Inverter Manager	42

Tableau 6.5 : Spécifications de l'interface de communication

1) Pour un usage extérieur, veillez à utiliser le type de câble adéquat. Si le câble est très rigide, il convient d'utiliser une borne intermédiaire pour passer d'un câble rigide à un câble plus souple avant l'entrée dans l'onduleur. Pour certains câbles, on pourra se contenter de dénuder la section de câble à gaine dure qui passe à l'intérieur du boîtier d'onduleur.

Cette précaution est nécessaire pour protéger les connecteurs Ethernet RJ-45 montés sur carte imprimée contre des contraintes excessives, qui pourraient poser des problèmes de connexion ou causer des dommages.

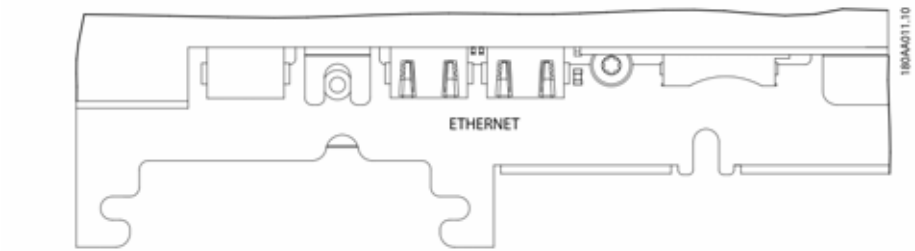


Tableau 6.1 : Spécifications de l'interface auxiliaire

6.6 Raccordements Ethernet

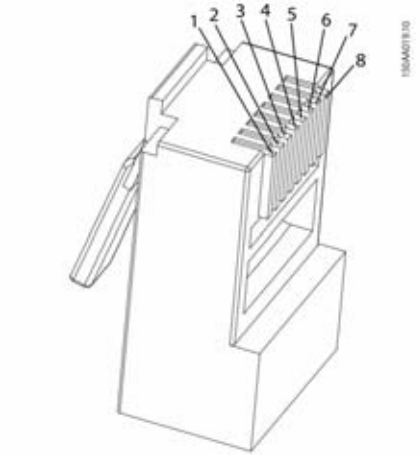


Figure 6.6 : Détail de l'affectation des broches RJ-45 pour Ethernet

Affectation des broches pour l'Ethernet	Couleur standard	
	Cat 5 T-568A	Cat 5 T-568B
1. RX+	Vert/blanc	Orange/blanc
2. RX	Vert	Orange
3. TX+	Orange/blanc	Vert/blanc
4.	Bleu	Bleu
5.	Bleu/blanc	Bleu/blanc
6. TX-	Orange	Vert
7.	Marron/blanc	Marron/blanc
8.	Marron	Marron

6.6.1 Topologie du réseau

L'onduleur a deux connecteurs RJ-45 Ethernet permettant le raccordement de plusieurs onduleurs dans une topologie en ligne (au lieu d'une topologie en étoile typique).

REMARQUE

La topologie en anneau (C sur la figure 6.3) n'est autorisée que si elle est réalisée avec un commutateur Ethernet prenant en charge la gestion d'arborescence.

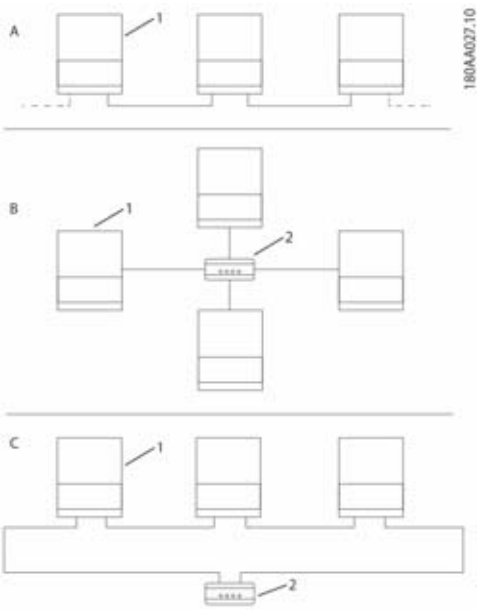


Figure 6.3 : Topologie du réseau

A	Linéaire en cascade
B	Topologie en étoile
C	Topologie en anneau (uniquement si l'arborescence est utilisé)
1	Sunny Tripower 60
2	Commutateur réseau Ethernet

Figure 6.7 : Topologie du réseau

L'état des DEL proches du port Ethernet est expliqué dans le Tableau 6.8. Il y a deux DEL par port.

État	DEL jaune	DEL verte
Off	Vitesse de liaison de 10 Mbit	Aucune liaison
On	Vitesse de liaison de 100 Mbit	Liaison
Clignotant	-	Activité

Tableau 6.8 : États des DEL

SMA Solar Technology

www.SMA-Solar.com